

Министерство образования и науки Украины  
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

**Т. В. Догадина, О. С. Горбулин, А. Б. Громакова**

**Ботаника:**  
**низшие растения**  
**(= *Thallobionta, Atracheophyta, Cryptogamen*)**

Учебно-методическое пособие

2-е издание, дополненное и переработанное

Харьков – 2016

УДК 582.261/29 (075.8)  
ББК 28.591я73  
Д 59

**Рецензенты:** **В. В. Жмурко** – доктор биологических наук, профессор (Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина);  
**О. В. Филатова** – кандидат биологических наук, доцент (Харьковский национальный фармацевтический университет).

*Утверждено к печати решением Научно-методического совета  
Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина  
(протокол № 3 от 19 декабря 2013)*

**Догадина Т. В.**

Д 59 Ботаника: низшие растения (=Thallobionta, Atracheophyta, Cryptogamen): учебно-методическое пособие / Т. В. Догадина, О. С. Горбулин, А. Б. Громакова. – 2-е изд., доп-но и перераб. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2016. – 143 с.

Предназначено для интенсификации самостоятельной работы студентов и включает программу раздела «Низшие растения» нормативного курса «Ботаника», контрольные вопросы и лист оценивания работы студента, общие положения по выполнению эссе. Приведены методические разработки 16 лабораторных занятий; общие указания по организации учебно-полевой практики; списки рекомендуемой литературы (к лекционному курсу и учебной практике); приложения, включающие основные сведения об устройстве микроскопа и правила работы с ним, списки наиболее типичных для лесостепной зоны представителей водорослей, миксомицетов, грибов, лишайников и макрофитов; основные правила техники безопасности при работе в полевых условиях.

**УДК 582.261/29 (075.8)**  
**ББК 28.591я73**

ISBN

© Харьковский национальный университет  
имени В. Н. Каразина, 2016  
© Догадина Т. В., Горбулин О. С.,  
Громакова А. Б., 2016  
© Дончик И. Н., макет обложки, 2016

УДК 582.261/29 (075.8)  
ББК 28.591я73  
Д 59

**Рецензенти:** **В. В. Жмурко** – доктор біологічних наук, професор (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна);  
**О. В. Філатова** – кандидат біологічних наук, доцент (Харківський національний фармацевтичний університет).

*Затверджено до друку рішенням Науково-методичної ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 3 від 19 грудня 2013)*

**Догадіна Т. В.**

Д 59 Ботаніка: нижчі рослини (=Thallobionta, Atracheophyta, Cryptogamen): навчально-методичний посібник / Т. В. Догадіна, О. С. Горбулін, А. Б. Громакова. – 2-е вид., доп-не та перероб. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 143 с.

Призначено для інтенсифікації самостійної роботи студентів. Містить програму розділу «Нижчі рослини» нормативного курсу «Ботаніка», контрольні питання, лист оцінювання роботи студента, загальні положення щодо виконання есе. Наведено методичні розробки 16 лабораторних занять, загальні положення щодо організації навчально-польової практики; списки рекомендованої літератури. Додатки містять основні дані щодо будови мікроскопа і правила роботи з ним; списки найбільш типових для лісостепової зони представників водоростей, міксоміцетів, грибів, лишайників і макрофітів; основні правила техніки безпеки праці в польових умовах.

**УДК 582.261/29 (075.8)**

**ББК 28.591я73**

ISBN

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2016

© Догадіна Т. В., Горбулін О. С.,  
Громакова А. Б., 2016

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2016

## Содержание

Программа курса	4
Контрольные вопросы	5
Литература	8
Лист оценивания работы студента	10
Лабораторные занятия	11
Индивидуальные задания	120
Учебно-полевая практика	122
Приложения	
1 Основные правила техники безопасности при полевых работах	
2 Устройство биологического светового микроскопа и правила работы с ним	
3 Списки наиболее типичных представителей разных групп низших растений и макрофитов	

## **ПРОГРАММА НОРМАТИВНОГО КУРСА «БОТАНИКА» (ВВОДНАЯ ЧАСТЬ, РАЗДЕЛ «НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ»)**

Место ботаники в системе биологических дисциплин. Факторы, определяющие состояние и направления развития науки. Определение формы жизни «растение». Систематика растений, цели и задачи. Таксономические категории в ботанике. Международный кодекс номенклатуры водорослей, грибов и растений. Типы систем органического мира. Современные системы, подходы к их составлению.

Общие представления о строении растений; особенности строения растительной клетки. Уровни ядерной организации; типы митоза – закрытый, полузакрытый, открытый. Разнообразие типов клеточных покровов растительной клетки, их морфологическая и химическая эволюция. Эволюция фотосинтетического аппарата у растений: особенности ультраструктуры и морфологии хлоропластов водорослей. Группы фотосинтетических пигментов: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилипротеиды. Разнообразие продуктов ассимиляции у представителей разных групп фотосинтезирующих растений.

Пути морфологической эволюции растений в водной среде обитания. Типы таллома: одноклеточный, колониальный, ценобиальный, многоклеточный, неклеточный. Структуры морфологической дифференциации.

Размножение растений. Вегетативное размножение: делением клетки, распадом колоний и многоклеточных талломов, специализированными образованиями. Бесполое размножение; типы спор у растений. Место мейоза в жизненном цикле растений. Половое размножение. Типы полового процесса у растений: хологамия, изогамия, гетерогамия, атактогамия, оогамия, конъюгация, автогамия. Понятие про гомо- и гетероталлизм. Типы жизненных циклов у растений: гаплофазный, диплофазный, гаплодиплофазный с изоморфной и гетероморфной сменной поколений. Понятие о спорофите и гаметофите.

Водоросли как низшие фотосинтезирующие растения. Происхождение и филогения водорослей. Систематика водорослей, краткая характеристика отделов. Экология и распространение. Типы питания водорослей: автотрофия, миксотрофия, гетеротрофия. Значение водорослей в биоиндикации и самоочищении водоемов. Массовые культуры водорослей и биотехнология.

Слизевики (Миксомицеты, Плазмодиофоромицеты): строение и образ жизни; плазмодий, его особенности. Циклы развития типичных представителей. Экология и распространение. Значение слизевиков в природе, хозяйственной деятельности человека.

Грибы, их место в системе органического мира: история развития взглядов и основные гипотезы. Общая характеристика грибов. Строение грибной клетки. Вегетативное тело грибов, полиморфизм, метаморфозы мицелия в связи с выпол-

няемыми функциями. Вегетативное размножение. Бесполое размножение, типы спор, явления дипланетизма и плеоморфизма. Половое размножение, разнообразие типов полового процесса. Смена ядерных фаз. Особенности жизненных циклов и полового процесса у высших грибов. Парасексуальный процесс.

Питание грибов. Распространение и основные экологические группы грибов. Значение грибов в природе. Микориза. Место и роль грибов в жизни и практической деятельности человека.

Филогения грибов: основные гипотезы. Краткая характеристика основных отделов, классов и порядков: особенности строения, размножения, циклы развития типичных и практически важных представителей грибов.

Лишайники. Дуалистическая природа таллома лишайников. Современные представления о месте лишайников в системе органического мира. Микобионт (= лишенизированные грибы) и фитобионт (= лишенизированные водоросли; = фотобионт): систематическое положение, особенности морфологии и биологии по сравнению со свободноживущими водорослями и грибами. Морфология лишайников. Анатомическое строение таллома. Особенности физиологии и биохимии лишайников как целостных организмов. Размножение лишайников. Взаимоотношения фитобионта и микобионта в талломе лишайника: основные гипотезы. Экологические группы лишайников. Распространение. Место и роль лишайников в природе и деятельности человека. Лихенометрия. Лихеноиндикация.

#### Контрольные вопросы

1. Место ботаники в системе биологических дисциплин.
2. Факторы, определяющие состояние и направления развития науки.
3. Определение формы жизни «растение».
4. Таксономические категории в ботанике. Международный кодекс ботанической номенклатуры.
5. Типы систем органического мира. Современные системы, подходы к их составлению.
6. Уровни ядерной организации растительной клетки. Типы митоза.
7. Типы клеточных покровов у растений, их морфологическая и химическая эволюция.
8. Типы питания у растений: автотрофия, миксотрофия, гетеротрофия.
9. Эволюция фотосинтетического аппарата в водной среде. Морфология и ультраструктура хлоропластов водорослей.
10. Пиреноид, типы пиреноидов; выполняемые функции.
11. Пигментный состав у водорослей.
12. Органоиды движения у водорослей.
13. Направления эволюции формы тела растений в водной среде – типы таллома, структуры морфологической дифференциации.

14. Вегетативное размножение растений.
  15. Бесполое размножение растений, его биологическое значение. Типы спор.
  16. Половое размножение растений. Эволюция полового процесса у растений.
  17. Гаплофазный жизненный цикл. Примеры из разных групп.
  18. Диплофазный жизненный цикл. Примеры из разных групп.
  19. Смена поколений, его биологическое значение. Определение спорофита и гаметофита.
  20. Изоморфный гаплодиплофазный жизненный цикл. Примеры из разных групп.
  21. Гетероморфный гаплодиплофазный жизненный цикл. Примеры из разных групп.
  22. Экология водорослей, распространение.
  23. Значение водорослей в природе.
  24. Использование водорослей. Аквакультура. Водоросли в биотехнологии.
  25. Общая характеристика отдельных таксонов водорослей по схеме: особенности строения клетки и таллома, размножение, систематика, экология, распространение, типичные представители.
- Синезеленые – Cyanophyta (Cyanoprokaryota). Синезеленые – Cyanophyceae. Гормогониевые – Hormogoniophyceae. Ностоковые – Nostocales. Динофитовые – Dinophyta. КRYPTOфитовые – Cryptophyta. Золотистые – Chrysophyta. Желтозеленые – Xanthophyta. Диатомовые – Bacillariophyta. Диатомовые – Bacillariophyceae. Косцинодисковые – Coscinodiscophyceae. Бурые – Phaeophyta. Эктокарповые – Ectocarpales. Ламинариевые – Laminariales. Фукусовые – Fucales. Красные – Rhodophyta. Бангиевые – Bangiophyceae. Флоридеевые – Florideophyceae. Эвгленовые – Euglenophyta. Зеленые – Chlorophyta. Вольвоксовые – Volvocales. Хлорококковые – Chlorococcales. Улотриковые – Ulotrichales. Ульвовые – Ulvales. Каулерповые – Caulerpales. Сифонокладовые – Siphonocladales. Десмидиевые – Desmidiaceae. Зигнемовые – Zygnematales. Харовые – Charales.
26. Миксомицеты: особенности строения вегетативного тела, размножение, экология, распространение, типичные представители.
  27. Грибы. Основные гипотезы о месте грибов в системе органического мира.
  28. Происхождение грибов (основные гипотезы).
  29. Строение грибной клетки.
  30. Мицелий – вегетативное тело грибов, его строение, длительность существования, функция, расположение. Полиморфизм.
  31. Метаморфозы мицелия.
  32. Вегетативное размножение грибов.
  33. Бесполое размножение грибов, типы спор.
  34. Типы полового процесса у низших грибов.
  35. Особенности полового процесса у высших грибов.

36. Питание грибов.
37. Распространение грибов.
38. Экология грибов. Основные экологические группы.
39. Значение грибов в природе. Микориза.
40. Грибы в жизни и практической деятельности человека.
41. Общая характеристика основных таксонов (отделов, классов, порядков, семейств) грибов по схеме: строение мицелия и его метаморфозы, размножение, жизненные циклы типичных представителей.  
 Оомицеты – Oomycota. Сапролегниевые – Saprolegniales. Пероноспорные – Peronosporales. Хитридиомицеты – Chytridiomycota. Зигомицеты – Zygomycota. Мукоровые – Mucorales. Энтомофторовые – Entomophthorales. Аскомицеты – Ascomycota. Тафриномицеты – Taphrinomycetes. Сахаромицеты – Saccharomycetes. Эвротии – Eurotiomycetes. Сордариомицеты – Sordariomycetes. Гипокрейные – Hypocreales. Спорыньевые – Clavicipitaceae. Дотидеомицеты – Dothideomycetes. Дискомицеты. Пезизомицеты – Pezizomycetes. Леоциомицеты – Leotiomycetes. Леоциевые (Гелоциевые) – Leotiales (Helotiales). Эризифомицеты – Erisiphomycetes. Мучнисторосяные (Эризифовые) – Erisiphales. Базидиальные грибы (Базидиомицеты) – Basidiomycota. Урединомицеты (Телиомицеты) – Uredinomycetes (Teliomycetes). Ржавчинные – Uredinales. Устилагиномицеты (Устомицеты) – Ustilaginomycetes (Ustomycetes). Головневые – Ustilaginales. Устилягиновые – Ustilaginaceae. Тиллециевые – Tilletiaceae. Экзобазидиальные – Exobasidiales. Собственно базидиомицеты – Basidiomycetes. Гетеробазидиомицеты – Heterobasidiomycetidae. Гомобазидиомицеты – Homobasidiomycetidae. Афиллофороидные базидиомицеты. Трутовые грибы. Агарикоидные базидиомицеты. Болетовые – Boletales. Агариковые – Agaricales. Гастероидные базидиомицеты. Дождевиковые – Lycoperdales. Гнездовковые (Нидуляриевые) – Nidulariales. Веселковые (Фаллюсовы) – Phallales. Дейтеромицеты (Анаморфные или Митотические грибы) – Deuteromycota. Гифомицеты – Hyphomycetes (Hyphales, Moniliales). Целомицеты – Coelomycetes.
42. Общая характеристика лишайников: особенности строения таллома, систематика, происхождение.
43. Характеристика микобионта лишайника.
44. Характеристика фитобионта лишайника.
45. Взаимоотношение фикобионта и микобионта в талломе лишайника. Основные гипотезы.
46. Морфологические группы лишайников.
47. Анатомическое строение таллома лишайников.
48. Размножение лишайников.
49. Особенности биохимического состава и физиология лишайников.
50. Экология и распространение лишайников.



51. Значение лишайников в природе и практической деятельности человека. Лихенометрия. Лихеноиндикация.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Белякова Г.А. Ботаника: в 4 т. Т. 1-2. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А.Белякова, Ю.Т.Дьякова, К.Л.Тарасов. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 320 с. (1 т.). – 320 с. (2 т.)
2. Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник / Под ред. Ю.Т.Дьякова. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559 с. – (Классический университетский учебник).
3. Курс низших растений / Под ред. М.В. Горленко. – М.: Высш. шк., 1981. – 520 с.
4. Курсанов Л.И. Микология. – М.: Учпедгиз, 1940. – 480 с.
5. Общая и экспериментальная альгология / Т.В. Догадина, В.П. Комаристая, О.С. Горбулин, А.Н. Рудась. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2013. – 148 с.

### Дополнительная

1. Билай В.И. Основы общей микологии. – Киев: Вища шк., 1989. – 392 с.
2. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 2-е изд., исправл., 1995. – 864 с.
3. Водоросли. Справочник/ С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
4. Грибы: Большая энциклопедия. – Ридерз дайджест, 2005. – 318 с.
5. Жизнь растений. Т.2. Грибы / Под ред. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1976. – 479 с. – Т.3. Водоросли, лишайники / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
6. Кондратюк С.Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. – К.: Наукова думка, 2008. – 335 с.
7. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Т.Н. Барсукова, Г.А. Белякова, В.П. Прохоров, К.Я. Тарасов. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 240 с.
8. Малый практикум по низшим растениям. Учеб. пособие для студентов-биологов ун-тов. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1976. – 206 с.
9. Мир растений. Т. 2. Грибы / Под ред. М.В.Горленко. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1991. – 475 с.
10. Организация самостоятельной работы студентов на биологическом факультете: Учебно-методическое пособие / Т.В. Догадина, Е.В. Заика, Л.И. Воробьева, О.В. Безроднова, В.П. Комаристая, О.С. Горбулин. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2014. – 128 с.

11. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Вища шк., 1984. – 336 с.
12. Фізико-хімічні та біологічні методи вивчення довкілля: Навч. посібник / Р.І. Назарова, О.М. Коновалов, Т.В. Догадіна, О.С. Горбулін та ін. – Х.: «Міськдрук», 2010. – 418 с.
13. Черепанова Н.П. Систематика грибов: Учеб. пособие. – 2-е изд. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2005. – 344 с.
14. Черепанова Н.П., Тобиас А.В. Морфология и размножение грибов: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 160 с.

Электронные ресурсы

## ЛИСТ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Раз-дел	Вид работы		Баллы
I. Общая часть. Водоросли	Лабораторные занятия (выполнение учебных и контрольных заданий, оформление рабочего альбома)	Водоросли	1
		Водоросли	1
		Водоросли	1
		Водоросли.	1
		К/р 1	6
		Водоросли	1
		Водоросли	1
		Водоросли	1
		Водоросли.	1
		К/р 2	6
	Водоросли	1	
Всего:		21	
II. Грибы и лишайники	Лабораторные занятия (выполнение учебных и контрольных заданий, оформление рабочего альбома)	Миксомицеты. Оомицеты	1
		Грибы	1
		Грибы	1
		Грибы	1
		Грибы	1
		К/р 3	10
		Лишайники	1
		Лишайники	1
	Всего:		17
Индивидуальные задания		22	
Итоговый контроль: экзамен*		40	
Всего:		100	
* – часть экзамена по I разделу студенты сдают сразу после его изучения			

## Шкала оценивания:

90-100 баллов – отлично

70-89 баллов – хорошо

50-69 баллов – удовлетворительно

0-49 баллов – неудовлетворительно

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### ЗАНЯТИЕ 1

#### ВОДОРОСЛИ — ALGAE (PHYKOS)

#### Отдел СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ — CYANOPHYTA<sup>1</sup> (CYANOPROKARYOTA)

Известно около 2000 видов. Прокариоты. Митотический цикл отсутствует. Цитокинез при разрастании борозды дробления. Клеточный покров – оболочка. В пигментном комплексе хлорофилл а, фикобилипротеиды. Фотосинтетический аппарат морфологически не дифференцирован и представлен системой одиночных дисков (тилакоидов). Известны газовые вакуоли. Основной запасной продукт – цианофицевый крахмал. В морфологическом отношении включают формы с одноклеточным и колониальным талломом коккоидной структуры, известны многоклеточные формы нитчатой, разнонитчатой и паренхиматозной структур. Подвижные стадии отсутствуют. Размножение преимущественно вегетативное; бесполое – эндо- и экзоспорами; половой процесс отсутствует.

Широко распространены в различных условиях; обитают в водоемах (аквальные формы) с разным уровнем минерализации (от пресных до морских); в горячих источниках; на поверхности почвы (террестриальные) и орошаемых скалах (амфибиальные формы). В планктоне, бентосе, перифитоне. Способны к азотфиксации. Возбудители «цветения» воды. Токсичны. Токсины (более 50) накапливаются в воде и теле многих гидробионтов, могут вызывать отравления в различных клинических формах – желудочно-кишечной, кожно-аллергической, мышечной и смешанной. **Не следует!** купаться в водоеме в момент интенсивного «цветения» во избежание появления аллергических реакций (кожные высыпания, зуд, конъюнктивит) и отравления при случайном заглатывании воды.

Включают 2 класса.

#### Класс СИНЕЗЕЛЕННЫЕ — CYANOPHYCEAE

Объединяет представителей с одноклеточным или колониальным талломом коккоидной структуры, свободноживущих или прикрепленных к субстрату. Размножение преимущественно вегетативное; бесполое – экзо- и эндоспорами. Включает один порядок.

#### Порядок ХРООКОККОВЫЕ – CHROOCOCCELES

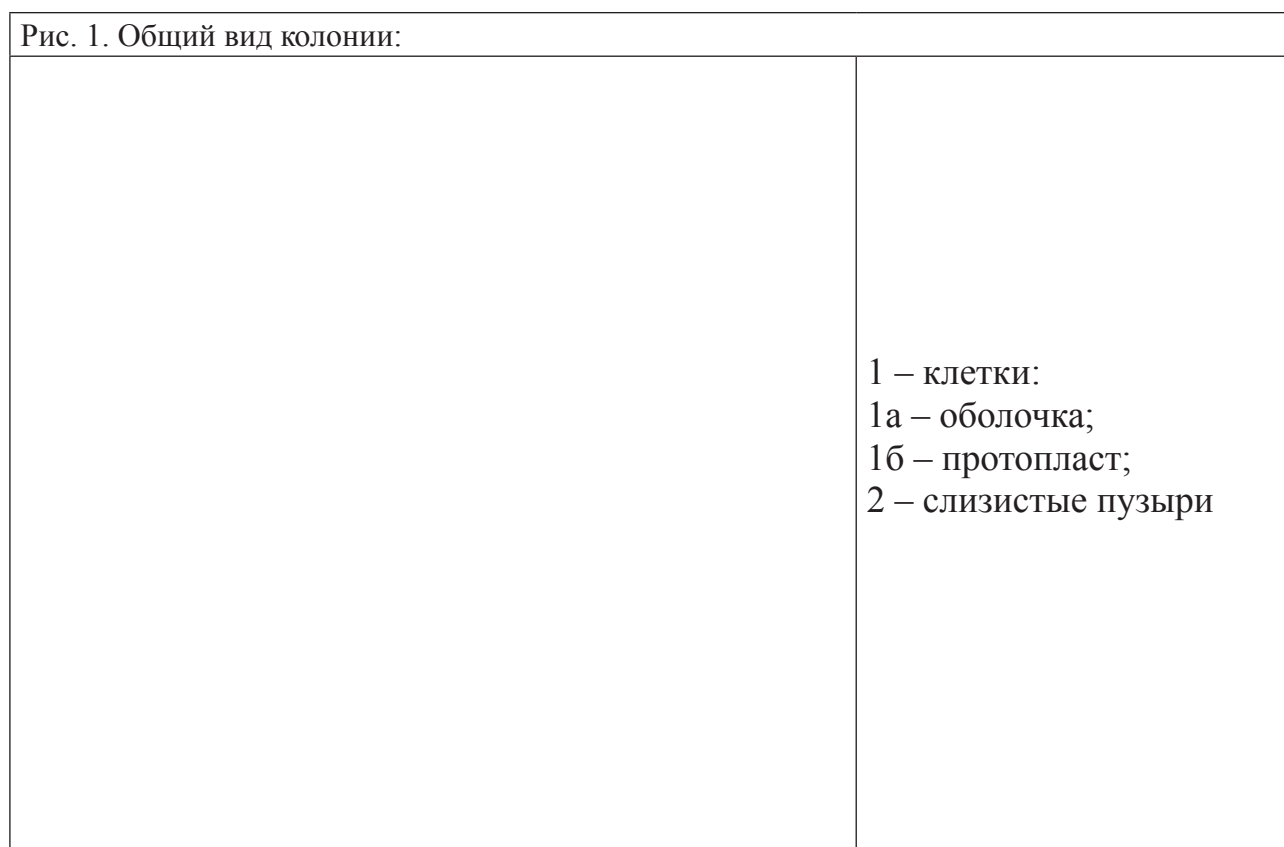
С признаками класса.

---

<sup>1</sup> В соответствии с Международным кодексом название Cyanophyta остается валидным для группы; термин Cyanoprokaryota не является таксономическим и лишь подчеркивает особый статус синезеленых среди водорослей. Термин Cyanobacteria (цианобактерии) согласно решения Номенклатурного комитета допускается исключительно при работе с лабораторными штаммами.

**Задание 1.** Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать представителя колониальных форм глеокапсу — *Gloeocapsa montana*.

При малом увеличении микроскопа видны группы мелких клеток округлой формы, окруженные более светлой зоной. Найдите несколько отдельно лежащих колоний и рассмотрите их при большом увеличении. Колонии слизистые, более или менее шаровидные, клетки в колонии окружены последовательно включенными друг в друга слизистыми пузырями. Клетки шаровидные, иногда эллипсоидные, сразу после деления могут иметь форму половины или четверти круга.



**Задание 2.** Найти в препарате и рассмотреть колонии микроцистиса — *Microcystis aeruginosa*. Выполнить рисунки и проставить обозначения.

Колонии микроцистиса — это микроскопические комочки бесцветной гомогенной слизи, в которой беспорядочно расположены шаровидные клетки. Рассмотрев при малом увеличении общий вид и разнообразие формы колоний микроцистиса, найдите одну колонию, переведите микроскоп на большое увеличение и рассмотрите клетки. Они кажутся сетчатыми, как бы продырявленными, из-за присутствия особых полостей — газовых вакуолей (характерных только для синезеленых водорослей).

Относится к токсичным видам — возбудителям «цветения» воды, особенно в водохранилищах.

Рис. 2. Общий вид колонии	Рис. 3. Строение клетки
1 – общая слизь, 2 – клетки	1 – протопласт; 2 – оболочка; 3 – газовые вакуоли

### Класс ГОРМОГОНИЕВЫЕ — *HORMOGONIOPHYCEAE*

Включает исключительно многоклеточные формы трихальной (нитчатой), реже гетеротрихальной (разнонитчатой) и тканевой (паренхиматозной) структур. Нить синезеленых водорослей состоит из трихома, представленного рядом клеток, соединенных друг с другом посредством плазмодесм, и слизистого влагалища, плотно одевающего трихом снаружи. Если влагалище отсутствует, то говорят о голом трихоме.

Включает 3 порядка.

### Порядок ОСЦИЛЛЯТОРИЕВЫЕ — *OSCILLATORIALES*

Объединяет трихальные гомоцитные формы, т.е. все клетки в составе одного трихома морфологически и функционально сходны.

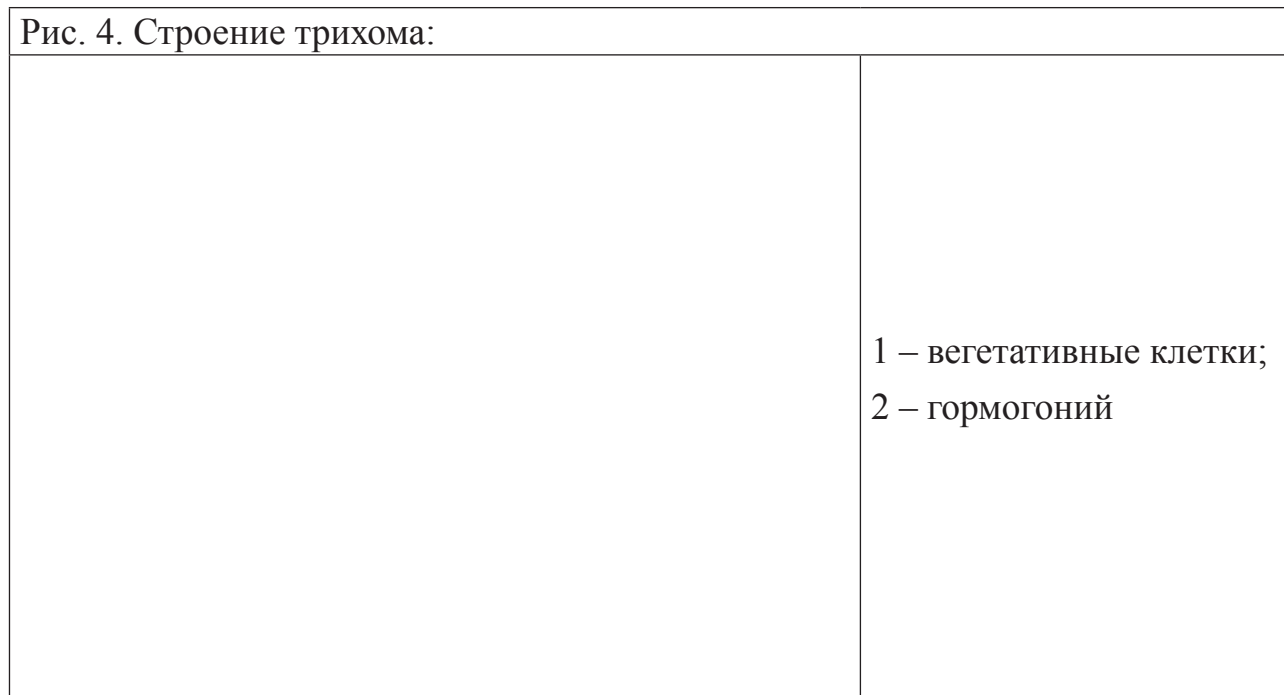
Задание 3. Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать трихомы спироулины — *Spirulina platensis*.

Спирулина – один из типичных представителей порядка с голыми трихомами спиральной формы. Найдите в препарате трихомы спироулины, рассмотрите их форму (правильная/неправильная, расстояние [высота и шаг] между оборотами спирали), длину, способность к движению. Обратите внимание на более

короткие фрагменты трихомов, состоящие из небольшого числа (до 20) клеток. Это – гормогонии, которые служат для вегетативного размножения.

В природе спирулина встречается в стоячих и медленно текущих водах; введена в промышленную культуру и выращивается во многих странах как пищевая водоросль, источник биодобавок (в частности, витаминов и гормона тироксина Т4) и фармакологическое сырье для изготовления препаратов радиопротекторного действия. В условиях культуры спирулина теряет способность формировать спираль и имеет прямые трихомы.

Рис. 4. Строение трихома:



#### Порядок НОСТОКОВЫЕ – *NOSTOCALES*

Объединяет гетероцитные формы с дифференциацией клеток в трихомах.

**Задание 4.** Найти в препарате и рассмотреть трихомы афанизоменона — *Aphanizomenon flos-aquae*. На рис. 5 проставить обозначения.

Большинство клеток в трихоме этого вида вегетативные, в протопласте клеток хорошо видны газовые вакуоли. Помимо вегетативных, в разных местах трихома имеются гетероцисты — особые клетки, отличающиеся четкой двухконтурной оболочкой и гомогенным содержимым, лишенным пигментов, газовых вакуолей и других включений. Тщательно просмотрите весь препарат и найдите трихомы, в которых, помимо вегетативных клеток и гетероцист, имеются споры (акинеты). Они отличаются от других клеток трихома размерами, формой и крупнозернистым содержимым — это белок цианофицин (запасается дополнительно к основному ассимиляту). Акинеты сочетают функции вегетативного размножения и перенесения неблагоприятных условий.

Относится к токсичным видам — возбудителям «цветения» воды.

Рис. 5. Строение трихома:



1 – вегетативные клетки: 1а – газовые вакуоли; 2 – гетероциста; 3 – спора (акинета): 3а – зерна цианофицина:

## ЗАНЯТИЕ 2

### Отдел ДИНОФИТОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ — *DINOPHYTA*

Известно около 500 видов (без учета бесцветных, паразитических форм, а также инфузорий, включаемых в состав отдела разными авторами). Эукариоты (с ядром мезокариотического типа). Митоз закрытый. Клеточные покровы – плазмалемма, перипласт, тека (амфиесма), оболочка (целлюлозно-пектиновая). Известны стрекательные структуры (трихоцисты). В пигментном комплексе хлорофиллы а, с<sub>2</sub>. Хлоропласты многочисленные, разнообразные по форме. Основной запасной продукт – гликоген. Стигма сложного строения, вне хлоропласта, в основании жгутиков. В морфологическом отношении доминируют формы с одноклеточным талломом монадной структуры; известны колониальные формы. Размножение: вегетативное (деление клетки надвое в подвижном состоянии); бесполое – зооспорами и апланоспорами; половой процесс редко, нерегулярно (холо-, изо-, гетерогамия). Известна стадия планозиготы. Гаплофазный жизненный цикл.

Морские и пресноводные формы. Типичные планктеры. Могут давать массовое развитие в морях («красные приливы»). Есть токсичные виды, способные вызвать массовое отравление и гибель водных млекопитающих, рыб, а также птиц и людей (летальные концентрации токсинов накапливаются в теле моллюсков-фильтраторов).

Включает 1 класс.

### Класс ДИНОФИТОВЫЕ – *DINOPHYCEAE*

С признаками отдела. Включает до 7 порядков.

### Порядок ГОНИАУЛАКСОВЫЕ – *GONYAULACALES*

Клетки одиночные или формируют колонии (морские виды). Панцирь имеет выросты в виде рогов, шипов. Продольная борозда расширенная.

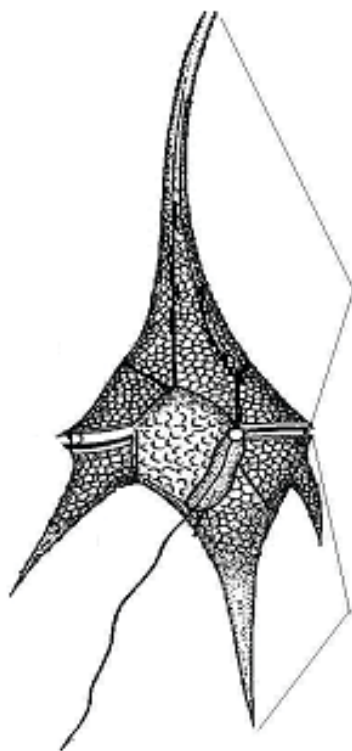
Задание 1. Найти в препарате и внимательно рассмотреть клетку церациума – *Ceratium hirundinella*. На рис. 1 проставить обозначения.



С особенностями строения клетки можно познакомиться на примере пресноводного представителя. Клетка церациума состоит из протопласта, покрытого сверху панцирем, который по своему происхождению является текой. Панцирь состоит из двух половинок: верхней, эпивальвы, и нижней – гиповальвы, разделенных проходящей по экватору панциря поперечной бороздой. Обе половинки панциря имеют сильно вытянутую форму и заканчиваются роговидными выростами: эпивальва – одним, апикальным, гиповальва – 2-3 антапикальными. Помимо поперечной, панцирь имеет и продольную борозду, которая начинается от поперечной борозды и проходит только по гиповальве. На пересечении борозд расположена пластинка с 1-2 жгутиковыми порами, из которых выходят жгутики. Церациум относится к гетероконтным гетероморфным видам – жгутики различаются по длине, морфологии и типу движения: поперечный имеет вид волнистой уплощенной ленты, лежит в поперечной борозде и сообщает клетке вращательное движение вокруг продольной оси; продольный – нитевидный тянется вдоль продольной оси и определяет поступательное движение клетки вперед (рулевой). При большом увеличении хорошо видно, что панцирь церациума состоит из многоугольных пластинок – щитков, соединенных бесструктурными швами, которые являются зонами роста панциря.

Типичный представитель озерного планктона (лимнобионт). Способен давать массовое развитие.

Рис. 1. Строение панциря:



- 1 – эпивальва;
- 2 – гиповальва;
- 3 – поперечная борозда;
- 4 – продольная борозда;
- 5 – поперечный жгут;
- 6 – продольный жгут;
- 7 – щитки;
- 8 – швы.

## Отдел КРИПТОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ — CRYPTOPHYTA

Известно около 200 видов. Эукариоты. Митоз открытый. Клеточный покров – перипласт. Известны стрекательные структуры (эджектосомы). В пигментном комплексе хлорофиллы  $a$  и  $c_2$ , фикобилипротеиды. Хлоропластов обычно 1-2, реже больше, пластинчатые или другой формы. Основной запасной продукт – криптофициевый крахмал. Стигма внутрипластидная, у небольшого числа видов. В морфологическом отношении доминируют одноклеточные монадные формы. Размножение: вегетативное (деление клетки надвое в подвижном или неподвижном состоянии), бесполое (зооспорами); половой процесс неизвестен. Гаплофазный жизненный цикл. Включает 1 класс.

Весьма разнообразны в экологическом отношении: пресноводные и морские формы; в планктоне (поверхностные слои и на глубине до 25 м) и бентосе; в широком диапазоне температуры и pH; криофилы, развивающиеся на снежниках, известны из Антарктиды; в водоемах средних широт могут давать зимнее подледное «цветение» воды.


### Класс КРИПТОФИТОВЫЕ — CRYPTOPHYCEAE

С признаками отдела.

**Задание 2.** Найти в препарате и рассмотреть клетку криптомонаса – *Cryptomonas ovata*. На рис. 2 проставить обозначения.

Клетки криптомонаса дорсивентральные, с выпуклой спинной и плоской или слегка вогнутой брюшной стороной; спереди косо срезаны, имеют носовидный апикальный вырост над углублением, переходящим внутрь клетки в мешковидную глотку. Дорсивентральность клетки особенно хорошо видна при ее движении. Последите за подвижными клетками криптомонаса, а затем найдите остановившуюся клетку и рассмотрите ее строение при большом увеличении. На внутренней поверхности глотки видны мелкие зерна, это – эджектосомы, особые стрекательные структуры, характерные для криптофитовых водорослей. Из глотки выходят два одинаковых по длине жгутика. Сверху клетка покрыта перипластом. Со спинной и брюшной сторон клетки расположено по одному крупному пластинчатому хлоропласту, окрашенному в оливковый или коричневый цвет. В морфологически передней части клетки, вблизи глотки при внимательном наблюдении можно увидеть работу пульсирующей вакуоли. В заднем конце клетки, вне связи с хлоропластами, располагаются зерна ассимилята (криптофициевый крахмал).

Типичные представитель пресноводных форм. Космополит. В осенне-зимний период в массе развивается в эвтрофных водоемах.

Рис. 2. Строение клетки	
	<p>1 – перипласт 2 – жгутики 3 – глотка 4 – эджектосомы 5 – хлоропласты 6 – пульсирующая вакуоль 7 – зерна ассимилята</p>

### Отдел ЗОЛОТИСТЫЕ ВОДОРОСЛИ — CHRYSOPHYTA

Известно около 1000 видов<sup>2</sup>. Эукариоты. Все типы митоза. Клеточные покровы – плазмалемма, перипласт, чешуйки, оболочка (целлюлозно-пектиновая). Жгутиковые стадии гетероморфные гетероконтные; у части видов помимо жгутиков встречается гаптонема. Известны стрекательные структуры (дискоболоцисты). В пигментном комплексе хлорофиллы *a*, *c<sub>1</sub>*, *c<sub>2</sub>*. Хлоропласты разнообразной формы, 1-2 до 4-8 и больше. Основной запасной продукт – хризоламинарин. Стигма внутрипластидная. В морфологическом отношении разнообразны. Известны одноклеточные, колониальные, реже ценобиальные и многоклеточные талломы, представленные большинством структур морфологической дифференциации. Размножение: вегетативное (делением клеток и распадом колоний) и бесполое (зооспорами и апланоспорами). Половой процесс – холо-, изо-, автогамия; зигота превращается в эндогенную кремнистую цисту (стоматоцисту) с длительным периодом покоя. Гаплофазный жизненный цикл.

Морские и пресноводные формы; преимущественно в планктоне; предпочитают чистые холодные воды. Известны токсичные виды. Могут вызывать зимнее подледное «цветение» воды в системах питьевого водоснабжения.

Включает 2 класса.

### Класс ХРИЗОФИТОВЫЕ — CHRYSOPHYCEAE

С признаками отдела (за исключением форм с гаптонемой). Включает до 7-ми порядков.

<sup>2</sup> В традиционном понимании группы, без учета таксономических комбинаций в системах, построенных по молекулярно-генетическим признакам.

## Порядок ОХРОМОНАДОВЫЕ — OCHROMONADALES

Объединяет виды с одноклеточным, колониальным и ценобиальным талломом жгутиковой (монадной) структуры.

**Задание 3.** Найти в препарате и рассмотреть колонию динобриона – *Dinobryon divergens*. Выполнить рисунок и проставить обозначения.

Колонии динобриона свободно плавают в толще воды, лишены слизи и при малом увеличении напоминают кустики. Клетка динобриона состоит из панциря и находящегося в нем протопласта. Стенки панциря целлюлозные, тонкие, прозрачные, бесцветные и по происхождению представляют собой «домики» – клеточные покровы, отстающие от протопласта. Домики бокаловидные, спереди расширенные, прямо срезанные, открытые, сзади суженные и вытянутые в конусовидное острие. Колонии формируются путем прикрепления дочерних домиков конусовидным острием к внутренней стенке материнского домика. При большом увеличении микроскопа видно, что в домике свободно лежит протопласт, покрытый плазмалеммой и прикрепляющийся к стенке домика сократительным стебельком. От переднего конца протопласта отходят два жгутика: длинный – перистого строения, короткий – гладкий, бичевидный. Вблизи основания жгутиков расположены две пульсирующие вакуоли; хлоропластов 2, пластинчатые, пристенные, окрашены в различные оттенки желтого цвета. В задней части протопласта можно увидеть блестящие зерна ассимилята (хризолaminaрин).


Один из наиболее широко распространенных представителей пресноводного планктона. Ранней весной и поздней осенью может давать массовое развитие.

Рис. 3. Общий вид колонии	Рис. 4. Строение отдельной клетки
	
	<p>1 – домик; 2 – сократительный стебелек;  3 – протопласт: 3а – плазмалемма; 3б – жгутики; 3в – пульсирующие вакуоли;  3г – хлоропласты; 3д – зерна ассимилята</p>

## Порядок ХРОМУЛИНОВЫЕ — CHROMULINALES

Задание 4. Изучить внешний вид и внутреннее строение колонии гидруруса – *Hydrurus foetidus*. Выполнить рисунок и проставить обозначения.

Крупные (до 20–30 см длины) макроскопические колонии гидруруса имеют вид слизистых обильно ветвящихся тяжей, прикрепляющихся основанием к подводным предметам. Расположение клеток в колонии можно рассмотреть при малом увеличении на более тонких боковых веточках, не накрывая препарат покровным стеклом. По периферии слизистых цилиндрических тяжей клетки расположены плотно, а в центральной части – более рыхло. Рост таллома верхушечный, за счет деления одной клетки на конце каждого слизистого тяжа. Способностью к зооспорообразованию обладают только клетки боковых ветвей. Главный тяж колонии несет только опорную функцию, и его клетки не участвуют ни в росте, ни в размножении.

Рис. 5. Общий вид колонии	Рис. 6. Строение боковой веточки
	
1 – субстрат; 2 – главная ось (тяж) колонии	1 – общая слизь; 2 – апикальная клетка

### ЗАНЯТИЕ 3

#### Отдел ЖЕЛТОЗЕЛЕННЫЕ (ТРИБОФИТОВЫЕ) ВОДОРОСЛИ — XANTHOPHYTA (TRIVORPHYTA)

Известно около 600 видов. Эукариоты. Митоз закрытый, полузакрытый. Клеточные покровы – плазмалемма, перипласт, оболочка (цельная или из 2 равных или неравных частей). У большинства видов оболочка пектиновая, лишена скелетных полисахаридов, инкрустирована соединениями Fe, Si, Ca. В пигментном комплексе хлорофиллы *a*, *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub>. Хлоропласты разнообразны по форме, размерам; 1-2 и больше в клетке. Основной запасной продукт – хризоламинарин. Стигма отсутствует или есть, связана с хлоропластом или вне его. В морфологическом отношении разнообразны – известны все типы таллома и большинство структур морфологической дифференциации. Размножение вегетативное: делением клетки, распадом колоний и многоклеточных талломов. В группе доминирует бесполое размножение с образованием амебоидов, зооспор, гемизооспор, апланоспор. Половой процесс редко, у небольшого числа видов: изогамия (*Tribonema*), гетерогамия (*Botrydium*), оогамия (*Vaucheria*). Известно образование эндо- и экзогенных цист с кремнеземовой двустворчатой оболочкой. Есть акинеты. Гаплофазный жизненный цикл. Включает один класс.

Преобладают пресноводные формы. Предпочитают мелководные, стоячие, часто эфемерные водоемы. В планктоне, бентосе, перифитоне; обычны в фитоэдафоне.

#### Класс ЖЕЛТОЗЕЛЕННЫЕ (ТРИБОФИТОВЫЕ) — XANTHOPHYCEAE (TRIVORPHYCEAE)

С признаками отдела. Включает до 8-ми порядков.

#### Порядок ТРИБОНЕЛОВЫЕ — TRIBONEMATALES

Объединяет формы с многоклеточным талломом нитчатой структуры. Клеточная оболочка всегда из двух равных частей.

Задание 1. Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать нить трибономы – *Tribonema viride*. Выполнить рисунок и сделать обозначения.

Нити трибономы не ветвятся, состоят из цилиндрических или боченкообразных клеток; легко распадаются; на концах всегда заканчиваются двузубой вилочкой – фрагментом оболочки. Оболочка трибономы состоит из двух половинок, которые заходят краями друг на друга в средней части клетки. В процессе роста нити половинки оболочки каждой клетки «раздвигаются» за счет формирования вставочных слоев и нарастания соприкасающихся концов. Распад нити происходит по середине (более молодые участки оболочки) клеток, что приводит к образованию характерных Н-образных фрагментов (за счет более прочного соединения половинок оболочек соседних клеток).



При большом увеличении рассмотрите строение отдельной клетки. Хло-ропласты у трибонемы мелкие, дисковидные, окрашены в желто-зеленый цвет. Кроме того, в протопласте имеются многочисленные капли масла – дополнитель-ного запасного продукта.

Один из наиболее широко распространенных представителей отдела. Кос-мополит. Молодые нити развиваются в придонных слоях, прикрепляясь к раз-личным субстратам. Позже свободно плавают на поверхности воды в составе «тины» – скоплений нитчатых форм из разных групп водорослей.

Рис. 1. Строение клетки

1 – части оболочки; 2 – хлоропласты; 3 – капли масла.

### Порядок ВОШЕРИЕВЫЕ — VAUCHERIALES

Включает представителей с неклеточным талломом сифональной структу-ры. Половой процесс – оогамия. Преобладают морские формы. Среди пресно-водных видов в основном представлены амфибийные формы.

Задание 2. Познакомиться со строением таллома и органов размножения во-шерии – *Vaucheria sessilis*. Зарисовать и проставить обозначения.

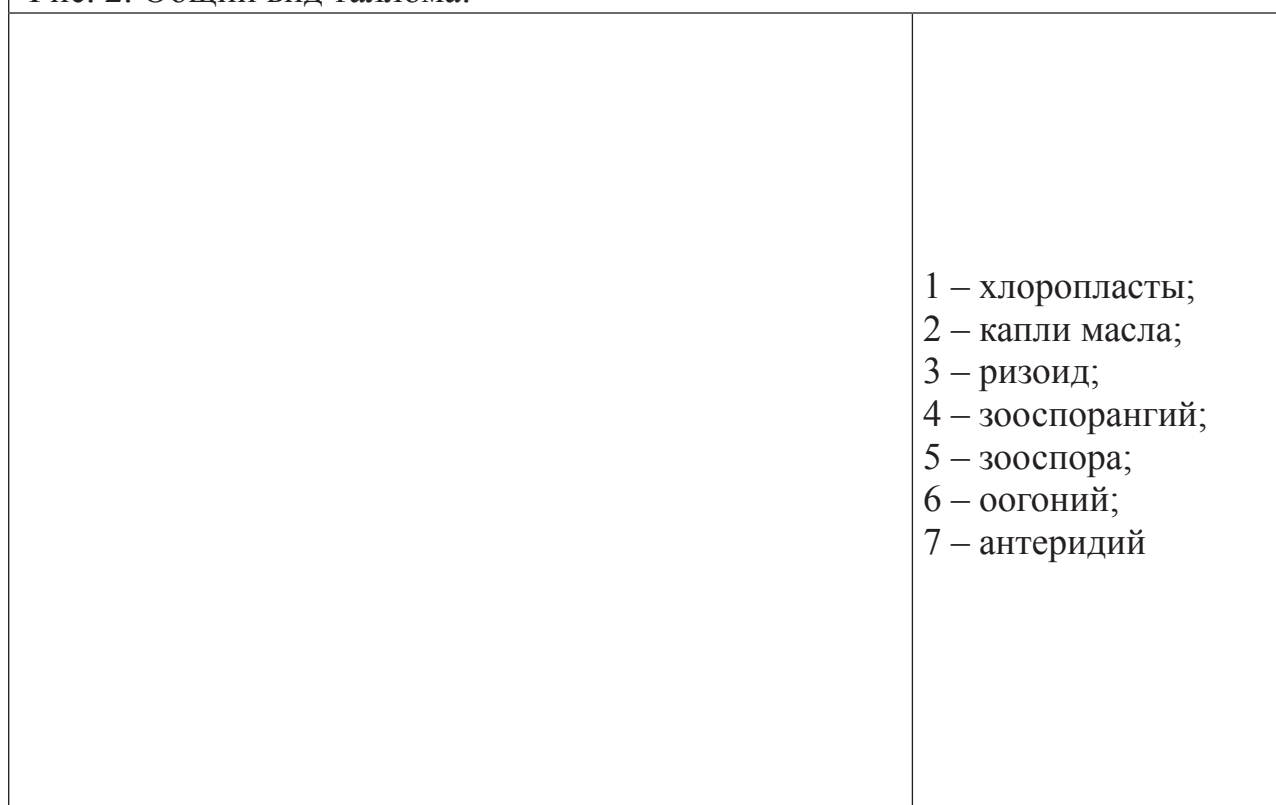
Талломы вошерии развиваются на сильно увлажненной почве по берегам во-доемов, где образуют зеленые бархатистые дерновинки. Таллом вошерии очень нежный (из-за низкого содержания целлюлозы в клеточной оболочке), поэтому материал для приготовления препарата следует брать пинцетом очень осторожно и слегка расправлять препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле. Рассматривать препарат при малом увеличении.

Таллом вошерии представляет собой гигантскую, сильно разросшуюся

клетку без перегородок и имеет вид слабобразветвленных трубчатых образований светло-зеленой окраски, достигающих иногда нескольких сантиметров длины. На удачно приготовленных препаратах можно увидеть ризоид – лапчато-ветвистый вырост, лишенный хлоропластов, с темноокрашенной оболочкой. Центральная часть таллома кажется более светлой, т.к. занята вакуолью с клеточным соком. В постенном слое цитоплазмы хорошо различимы мелкие зернистые хлоропласты и капли масла. Здесь же находятся многочисленные ядра, видимые только после специального окрашивания.

Перегородки в талломе вошерии образуются при формировании органов размножения и при повреждении. Зооспорангий формируется при отделении перегородкой кончика таллома: вначале содержимое отделившегося участка становится более темным и густым, затем превращается в одну крупную многожгутиковую зооспору. У вошерии оогамный половой процесс. Гаметангии – оогонии и антеридии – возникают как боковые выросты таллома.

Рис. 2. Общий вид таллома:



## Отдел ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ — BACILLARIOPHYTA

Известно около 20000 видов. Эукариоты. Митоз полузакрытый. Комплекс пигментов включает хлорофиллы  $a$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ . Основной запасной продукт – лейкозин. Хлоропласты разнообразны по форме, размерам и положению (париетальные и центрические); в клетке может быть от двух пластинчатых крупных хлоропластов до многочисленных мелких. Клеточная оболочка двустворчатая, представлена панцирем (пектиновый матрикс инкрустированный кремнеземом).



Структура панциря, его форма, соотношение осей и плоскостей симметрии являются диагностическими признаками и лежат в основе систематики *Bacillariophyta*.

Панцирь состоит из двух половинок, своими краями плотно надвигающихся друг на друга, как крышка на коробку. Наружная половина панциря, соответствующая крышке коробки, называется эпитекой, внутренняя, соответствующая коробке, – гипотекой. Эпитека и гипотека также состоят каждая из двух частей: створки и пояскового ободка. Створки более или менее плоские, реже выпуклые. Края створки загибаются подобно боковым сторонам коробки и называются загибом створки. Поясковый ободок имеет вид узкой ленты, окаймляющей край загиба створки, но не срастающейся с ним. Эпитека свободным краем своего пояскового ободка надвинута на поясковый ободок гипотеки, плотно его охватывая, но не срастаясь с ним. Границы поясковых ободков эпитеки и гипотеки видны на панцире в виде двухконтурной полосы, называемой пояском панциря. В зависимости от того, какой стороной клетка диатомовой водоросли обращена к наблюдателю, различают вид панциря со створки и с пояска.

Форма панциря разнообразна: в виде диска, барабана, цилиндра, шара, плоской коробочки, палочки, иголки и пр. Обычно через панцирь можно провести три оси симметрии: первальварную, продольную и поперечную и соответственно три *плоскости симметрии*: *створковую, продольную и поперечную*. Форма панциря определяется формой створки и высотой пояска. Концы створок также имеют разнообразную форму.

Створки имеют сложную структуру. Они пронизаны разнообразными округлыми, щелевидными и другой формы отверстиями (поры, швы), через которые осуществляется обмен между протопластом и средой; кроме того, они нередко содержат полости (ареолы, камеры) или несут ребра и другие утолщения и выросты. Поры видны под световым микроскопом в виде мелких точек, которые располагаются более или менее правильными рядами. При плотном расположении точек в рядах последние имеют вид сплошных линий – штрихов. Ребра представляют собой утолщения в виде складок на наружной или внутренней поверхности створки. Ареолы – это закономерно повторяющиеся полости в толще створки и обычно видны под микроскопом как наиболее крупные выпуклые точки. Альвеола – поперечная длинная камера в толще створки, открывающаяся на ее внутренней стороне большим отверстием.

Гладкие, бесструктурные участки панциря называются гиалиновыми. У многих представителей центрических (с радиальной симметрией панциря) бесструктурные участки наблюдаются посередине створки (центральное поле). У представителей пеннатных (створки зигоморфные) такие участки обычно располагаются вдоль продольной оси створки (осевое поле). Осевое поле обычно посередине рассечено продольной, слегка волнообразной, нередко местами двух- или

трехконтурной линией – швом. Шов представляет собой коленовидно-согнутую щель в толще створки, заметно суженную в колене и расширяющуюся, открытую наружу (наружная щель) и внутрь панциря (внутренняя щель). В центральной узелке наружная щель соединяется с внутренней вертикальным воронковидным каналом, перпендикулярным к плоскости створки, заметным под микроскопом в виде точки (центральная пора). Наличие швов связано со способностью клеток активно передвигаться по субстрату. У многих, преимущественно планктонных форм, диатомовых на створках образуются также разнообразные выросты в виде выступов, щетинок, шипов, шипиков или гранул.

Морфологическое разнообразие невелико – известны одноклеточные и колониальные формы только коккоидной структуры. Способны к обильному образованию слизи, которая участвует в образовании колоний, движении, прикреплении к субстрату, защищает от высыхания.

Вегетативное размножение делением клетки надвое. Бесполое размножение отсутствует. Половой процесс – изо-, гетеро-, оо-, автогамия, конъюгация. Зигота сразу же после образования превращается в аукоспору (растущая спора). Диплофазный жизненный цикл.

Широко распространены в пресных и соленых стоячих и текучих водоемах, на постоянно увлажняемых субстратах (влажные скалы, камни). Круглогодичные доминанты, особенно в ценозах обрастаний и донных фитоценозах. В мировом океане составляют до 80% и более видового состава водорослей, дают ~50% первичной продукции в океане. Основное звено трофических цепей водных экосистем. Остатки панцирей на дне водоемов формируют диатомовые и сапропелевые илы и осадочные кремнеземные породы.

Включают три класса.

#### Класс КОСЦИНОДИСКОВЫЕ — COSCINODISCOPHYCEAE

Объединяет представителей с круглыми, реже эллипсоидными створками. Способны формировать длинные (до 150 мкм) хитиновые нити, повышающие плавучесть. Активная подвижность отсутствует. Известен оогамный половой процесс.

Доминируют морские формы. Более 20 порядков.

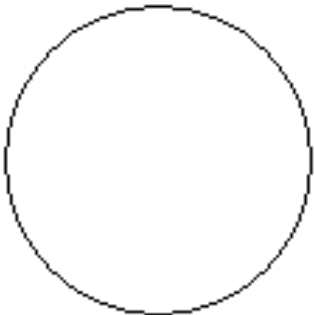
#### Порядок ТАЛАССИОЗИРОВЫЕ — THALASSIOSIRALES

Объединяет одноклеточные и колониальные формы с радиальной симметрией панциря.

Задание 3. Найти в препарате и внимательно рассмотреть клетку циклотеллы – *Cyclotella meneghiniana* со створки и с пояса. Выполнить рисунки и проставить обозначения.

Рассмотрите внимательно препарат при малом увеличении, в нем хорошо заметны небольшие клетки. Это — циклотелла, клетки которой могут лежать либо на створке, и тогда они имеют вид правильного круга, либо на пояске — в виде прямоугольника со слегка извилистыми, более длинными (створковыми) сторонами. Структуру створки лучше рассматривать при большом увеличении микроскопа, когда хорошо различимы краевые штрихи или ребра и центральная бесструктурная часть — центральное поле.

Типичный представитель пресноводного планктона (реки, водохранилища, озера, пруды).

Рис. 3. Строение панциря	
	
1. Вид со створки: 1а – радиальные штрихи, 1б – центральное поле;	2. Вид с пояска: 2а – створка эпитеки; 2б – загиб створки эпитеки; 2в – поясок эпитеки; 2г – створка гипотеки; 2д – загиб створки гипотеки; 2е – поясок гипотеки

### Порядок МЕЛОЗИРОВЫЕ — MELOSIRALES

Преимущественно колониальные морские формы. Панцирь цилиндрический. Сворки круглые, плоские или выпуклые. Клетки соединены в плотные нитевидные колонии при помощи слизи.

Задание 4. Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать колонии представителя пресноводных форм мелозиры — *Melosira varians*.

Найдите в препарате длинные плотные нитевидные колонии мелозиры, состоящие из высоких цилиндрических клеток. Клетки в подобных колониях соединяются (склеиваются) механически при помощи слизи, которая выделяется через простые поры, расположенные на наружной поверхности створки. Загиб створки глубокий, бесструктурный.

Рис. 4. Общий вид колонии	Рис. 5. Формирование ауксоспор
	
1 – клетки; 2 – слизь; 3 – хлоропласты	1 – ауккоспора

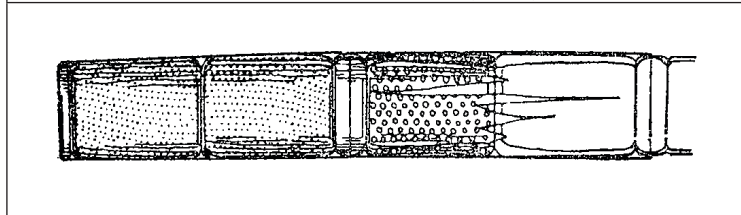
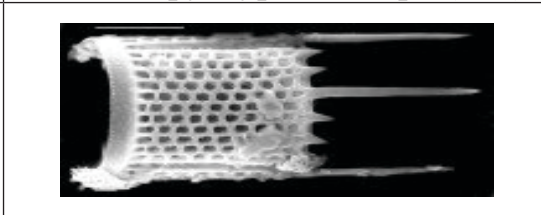
### Порядок АУЛАКОЗИРОВЫЕ — *AULACOSEIRALES*

Клетки в колонии соединены при помощи соединительных шипов. Исключительно пресноводные формы.

Задание 5. Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать колонии аулакозиры — *Aulacoseira granulata*.

Клетки, соединяющиеся в нитевидные прямые или изогнутые колонии, по краю створки несут шипики двух типов: короткие – располагаются между косыми рядами ареол, длинные – заходят на загиб соседней створки. Загиб створки с прямыми рядами ареол.

Типичный представитель планктонных форм; может давать массовое развитие, вплоть до «цветения».

Рис. 6. Общий вид колонии (СМ)	Рис. 7. Структура панциря (ЭМ)
	
1 – поры; 2 – шипы	

## ЗАНЯТИЕ 4

### Класс ФРАГИЛЯРИЕВЫЕ — *FRAGILARIOPHYCEAE*

Объединяет представителей с зигоморфными створками с осевым полем без шва. Включает до 12 порядков.


### Порядок ФРАГИЛЯРИЕВЫЕ — *FRAGILARIALES*

Преимущественно колониальные формы со специфической для каждого рода формой колонии – лента, веер, звезда, зигзаг.

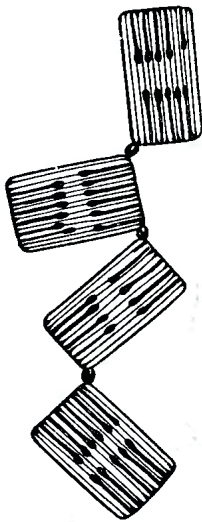
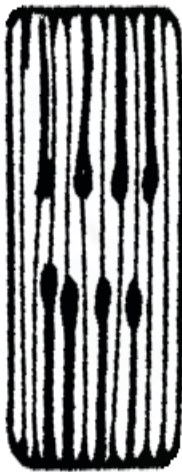

Преобладают формы обрастаний (перифитон), типично планктонные формы очень редки.

Задание 1. Познакомиться с разнообразием форм колоний представителей разных родов. Сделать обозначения.

Род синедра – *Synedra* – объединяет бесшовные формы с длинными, узкими палочковидными клетками, одиночными или собранными в вееровидные колонии, прикрепленные одним концом к субстрату. По краям створок идут нежные поперечные штрихи, которые не доходят до середины, образуя осевое поле.

Рис. 1. Общий вид колонии <i>Synedra ulna</i>	Рис. 2. Отдельная клетка (вид со створки)
	
1 – клетки; 2 – слизь, 3 – субстрат	1 – штрихи; 2 – осевое поле

Род табеллярия – *Tabellaria* – характеризуется колониями в виде зигзагообразной цепочки. Клетки в колонии соединяются углами, формируя слизистую подушечку. Рассмотрите при большом увеличении клетку табеллярии, лежащую на пояске. Четко видны вставочные ободки и короткие септы. Сворки линейные, расширенные на концах и по середине.

Рис. 3. Общий вид колонии	Рис. 4. Отдельная клетка <i>Tabellaria fenestrata</i>	
	Вид с пояска	Вид со створки
		
1 – клетки; 2 – слизь	1 – вставочные ободки; 2 – септы	1 – штрихи; 2 – осевое поле

### Класс ДИАТОМОВЫЕ — *BACILLARIOPHYCEAE*

Объединяет представителей с зигморфными створками, у которых на одной или на обеих створках есть шов. Включает до 10 порядков.

### Порядок НАВИКУЛОВЫЕ — *NAVICULALES*

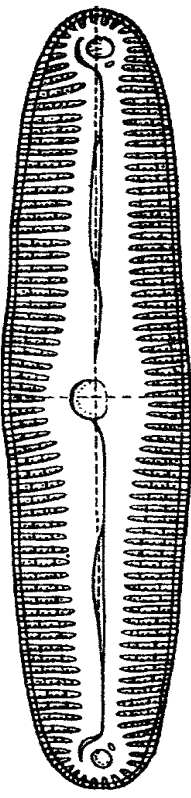
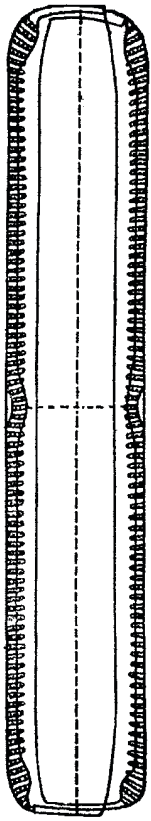
Объединяет одноклеточные формы с изопольными створками с хорошо развитым щелевидным швом на обеих створках. Преимущественно пресноводные формы.

Задание 2. Найти в препарате и внимательно рассмотреть клетки пиннулярии — *Pinnularia major*; дополнить рисунок 6 и проставить обозначения (рис. 5, 6).

Рассмотрите внимательно препарат при малом увеличении и найдите в нем крупные удлиненные клетки прямоугольной и вытянуто-овальной формы. Найдите одну клетку пиннулярии, лежащую на створке (в виде вытянутого по длинной оси эллипса), рассмотрите ее при большом увеличении. По краю створки очень хорошо видны четкие грубые линии, так называемые ребра, не заходящие на середину створки, где образуется осевое поле. По центру осевого поля проходит слегка извилистая, светлая, трудно различимая линия — шов, представля-



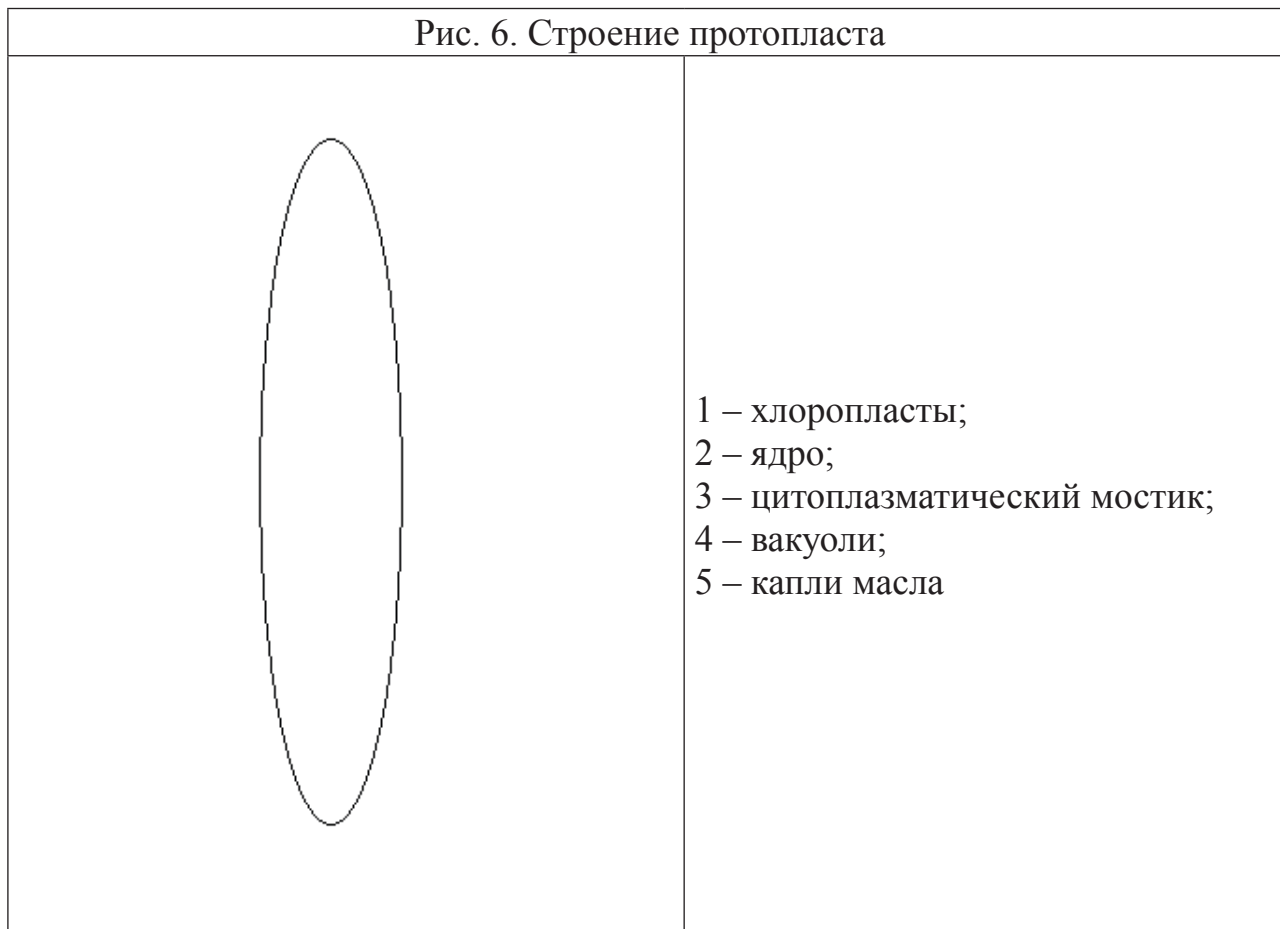
ющий собой щель сложной конфигурации, которая пронизывает стенки створки. Верните микроскоп на малое увеличение и найдите в препарате клетку пиннулярии, лежащую уже на пояске (в виде прямоугольника). Обратите внимание на утолщения внутренней стороны створок в центре и на полюсах – это центральный и полярные узелки.

Рис. 5. Строение панциря: Вид со створки	Вид с пояска
	
<p>1 – поперечные ребра; 2 – осевое поле; 3 – сложный шов; 4 – центральный узелок; 5 – полярные узелки</p>	<p>1 – створка эпитеки; 2 – загиб створки эпитеки; 3 – поясок эпитеки; 4 – створка гипотеки; 5 – загиб створки гипотеки; 6 – поясок гипотеки</p>

Со строением протопласта клетки лучше знакомиться на живом материале при большом увеличении. Цитоплазма в клетке расположена в виде тонкого пристенного слоя и только в центре образует более или менее широкую перетяжку – цитоплазматический мостик, хорошо видимый в живой клетке. В центре этого мостика очень часто без специального окрашивания можно различить довольно крупное ядро. В пристенном слое располагаются два пластинчатых хлоропласта, окрашенных в коричневый цвет. Вся остальная полость клетки занята двумя крупными вакуолями с клеточным соком. Кроме того, в клетке хорошо заметны желтые или оранжевые капли масла — дополнительного запасного продукта диатомовых водорослей.

Типичный представитель микрофитобентоса.

Рис. 6. Строение протопласта



### Порядок ЦИМБЕЛЕВЫЕ — *CYMBELLALES*

Клетки одиночные или собраны в колонии. Створки изо- или гетеропольные. Шов щелевидный, хорошо развит на обеих створках или только на одной (на другой – зачаточный). На дне и в обрастаниях; в основном пресноводные формы.

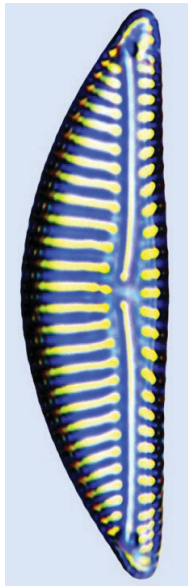
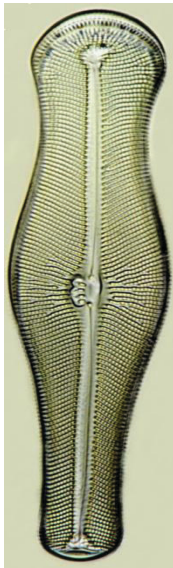
Задание 3. Познакомиться с разнообразием формы панциря представителей разных родов. Сделать рисунки и проставить обозначения, для каждого представителя указать полярность створки (изо-, гетеропольные) и симметричность по отношению к разным осям (продольной, поперечной).

Род *Encyonema* характеризуется своеобразными колониями – слизистыми трубками, в которых в один ряд располагаются клетки. Форма клеток полулунная с прямым или вогнутым брюшным и выпуклым спинным краями. Шов обычно эксцентрический, приближенный к брюшному краю. Один пластинчатый хлоропласт расположен с пояска. Виды рода обитают преимущественно в пресных водоемах, где они часто прикрепляются с помощью слизи к различным субстратам.

Род *Didymosphenia*. Клетки на длинных ветвящихся слизистых ножках; образуют кустиковидные колонии до 1-2 см высоты. Панцирь с пояска клиновидный. Створки клиновидные, резко асимметричные. Края створок посередине выпуклые, концы головчато отшнурованные, головной конец шире базального.



В быстро текущих водах (горные реки, ручьи, ключи) или в зоне прибоя крупных озер; иногда сплошь покрывают камни, растения и другие субстраты.

Рис. 7. <i>Encyonema ventricosa</i>		Рис. 8. <i>Didymosphenia geminata</i>	
Вид со створки	Общий вид колонии	Вид со створки	Общий вид колонии
			
	1 – клетки; 2 – слизистая трубка		1 – клетки; 2 –слизистые ножки
Полярность створки			
Симметричность створки			
_____		_____	
_____		_____	

## ЗАНЯТИЕ 5

### Отдел БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ — RHAEORHUTA

Известно около 1500 видов. Эукариоты. Митоз полузакрытый. Комплекс пигментов включает хлорофиллы а,  $c_1$ ,  $c_2$ . Основной запасной продукт ламинарин.

Клеточный покров оболочка (в составе пектиновые вещества, соли альгиновой кислоты, фуканы). Хлоропласты от одного до многих, разнообразной формы.

В морфологическом отношении исключительно многоклеточные, прикрепленные, макроскопические, редко микроскопические формы нитчатой, разноритчатой, пластинчатой, паренхиматозной структур. Рост таллома диффузный (у примитивных форм) либо за счет специальных зон (апикальный, базальный, интеркалярный). По длительности жизненного цикла известны эфемероиды, однолетники, двулетники и многолетники.

Вегетативное размножение редко, частями таллома или с помощью специальных образований (выводковые почки, столоны, дополнительные побеги). Бесполое размножение зооспорами, очень редко тетра- и моноспорами. Половой процесс — изо-, гетеро- и оогамия. Зигота прорастает без периода покоя. Споры и гаметы образуются в специальных одногнездных (спорангии) и многогнездных (гаметангии) вместилищах. Гаплодиплофазный (изоморфный или гетероморфный) и диплофазный жизненные циклы.

Почти исключительно морские организмы; в пресных водах небольшое число видов (~ 10). Широко распространены во всех морях, с преобладающим развитием в умеренных и приполярных широтах. Основные продуценты в прибрежной (шельфовой) зоне; заросли бурых водорослей («подводные леса») имеют огромное экологическое значение как местообитание множества видов морских животных (питание, укрытие, размножение).

Объекты промысла и аквакультуры. Основные продукты (альгинаты и маннит) используются в пищевой, фармацевтической промышленности, в медицине, а также в металлургии, строительстве, текстильной, целлюлозно-бумажной, горнодобывающей, химической и др. отраслях промышленности.

Включает один класс.

### Класс БУРЫЕ (ФУКУСОВЫЕ) — RHAEORHUCEAE (FUCORHUCEAE)

С признаками отдела. Включает 8 порядков.

### Порядок ЭКТОКАРПОВЫЕ — *ECTOCARPALES*

Объединяет представителей с гетеротрихальной структурой многоклеточного таллома. Характерна изоморфная смена поколений; происходит не ритмично и зависит от факторов окружающей среды (опреснение или засоление, экстремальные значения температуры, колебания уровня воды). Бесполое размножение

– зооспорами. Половой процесс – изогамия, редко гетерогамия.

Задание 1. На гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением таллома эктокарпуса – *Ectocarpus confervoides*. Зарисовать, проставить обозначения и составить схему жизненного цикла.

Талломы и спорофита, и гаметофита эктокарпуса представляют собой ветвящиеся однорядные нити, образующие кустики до 30 см высотой. Кустики эктокарпуса прикрепляются к субстрату с помощью базальных нитей.

Рис. 1. Общий вид таллома	Рис. 2. Строение отдельной веточки гаметофита
1 – базальные нити; 2 – репродуктивные нити.	1 – вегетативные клетки; 2 – многогнездный гаметангий

Если часть таллома поместить под микроскоп и рассмотреть при малом увеличении, то среди вегетативных нитей можно увидеть боковые образования, состоящие из большого числа мелких клеток и несколько напоминающие по форме початок. Это – многогнездные гаметангии. Следовательно, препарат приготовлен из таллома гаметофита.

Схема жизненного цикла <i>Ectocarpus confervoides</i> :
---



### Порядок ЛАМИНАРИЕВЫЕ — *LAMINARIALES*

Включает представителей с паренхиматозной (тканевой) структурой многоклеточного таллома. Жизненные циклы с гетероморфной сменой поколений. Спорофиты крупные, многолетние, морфологически расчлененные, со сложной анатомической структурой. Рост интеркалярный. Гаметофиты микроскопические, в виде слаборазветвленных нитей из небольшого числа клеток. Бесполое размножение зооспорами; сорусы зооспорангиев закладываются на поверхности спорофита. Половой процесс – оогамия.

Задание 2. На гербарных образцах познакомиться с внешним строением таллома спорофита ламинарии — *Laminaria saccharina*. Зарисовать, проставить обозначения и составить схему жизненного цикла.

Таллом спорофита ламинарии представляет собой пластину, расположенную на крепком, цилиндрической формы образовании, которое напоминает стебель высших растений и называется у крупных водорослей каулоид. Таллом прикрепляется к субстрату сильно разветвленными ризоидами. Рост таллома спорофита осуществляется за счет интеркалярной зоны роста, занимающей основание пластины и вершину каулоида. Зона роста резко не отграничена от остальной части таллома и отличается только более темной окраской. Ежегодно, после выхода зооспор пластинчатая часть таллома разрушается. Тогда же в интеркалярной зоне роста происходит закладка новой пластины между каулоидом и старой пластиной. Обычно новая пластина шире старой. По мере роста новой пластины старая отодвигается все дальше вверх, иногда ее остатки могут долго задерживаться на вершине.

Рис. 3. Общий вид таллома спорофита	Рис. 4. Поперечный срез через каулоид
1 – пластина; 2 – каулоид; 3 – ризоиды; 4 – интеркалярная зона роста.	1 – кора, 2 – меристодерма, 3 – сердцевина.

Для крупных многоклеточных талломов бурых водорослей характерна специализация клеток, что послужило основанием для выделения особой – паренхиматозной (тканевой) – структуры морфологической дифференциации таких талломов. На поперечном срезе через каулоид спорофита ламинарии можно различить три слоя клеток – кору, меристодерму и сердцевину. Наружный слой, состоящий из нескольких рядов окрашенных мелких кубических клеток, составляет кору. Под ней располагается меристодерма, клетки которой сохраняют способность к делению. За счет деления клеток меристодермы каулоид растет в длину и толщину. Внутренний слой коры постоянно пополняется за счет меристодермы, а клетки внутреннего слоя теряют окраску и превращаются в клетки сердцевины. Таким образом, все три слоя плавно переходят один в другой; резкая граница между ними отсутствует.

Объект марикультуры.

Схема жизненного цикла <i>Laminaria saccharina</i>
--

### Порядок ФУКУСОВЫЕ — *FUCALES*

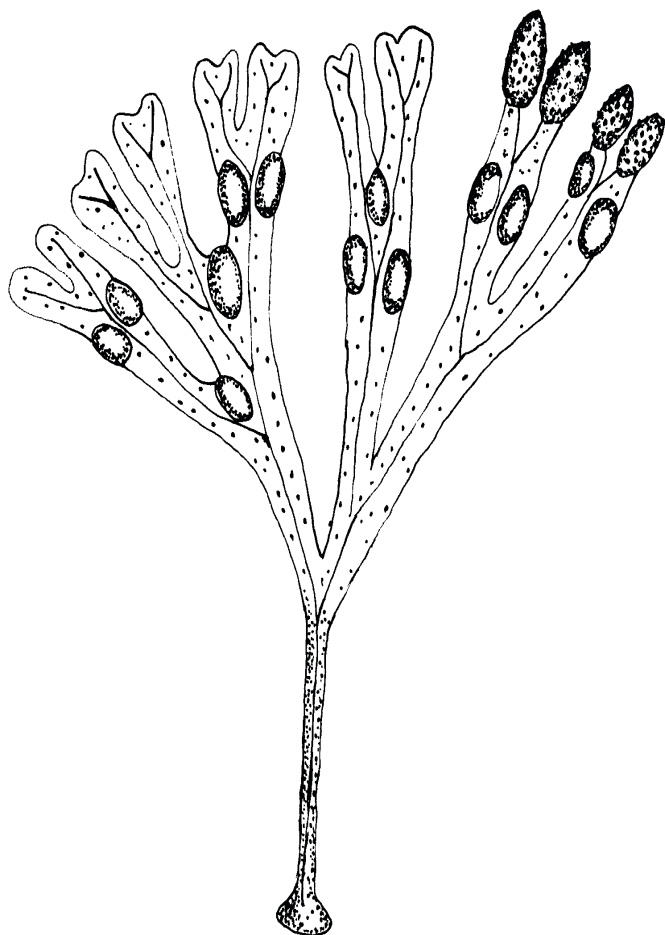
Включает представителей с диплофазным жизненным циклом (диплобионтный с гаметической редукцией). Талломы паренхиматозной структуры, морфологически расчлененные, со сложной анатомической структурой; рост апикальный. Половой процесс — оогамия.

Задание 3. На гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением таллома фукуса — *Fucus vesiculosus*; на рисунках 5, 6 и 7 проставить обозначения.

Талломы фукуса представляют собой дихотомически разветвленные кустики, прикрепленные к субстрату диском. Диск переходит в каулоид; ветви плоские, ремневидные, с хорошо выраженным ребром, продолжающимся до вершины. На вершинах ветвей располагаются рецептакулы — утолщенные и более широкие участки, возникающие в результате разрастания тканей вокруг концептакул. Таллом фукуса обладает верхушечным ростом за счет деления особой верхушечной клетки. Для рассматриваемого вида фукуса характерно наличие особых воздухоносных полостей — воздушных пузырей, располагающихся попарно по бокам ребра (обеспечение плавучести при колебаниях уровня воды; поддержание вертикального положения).

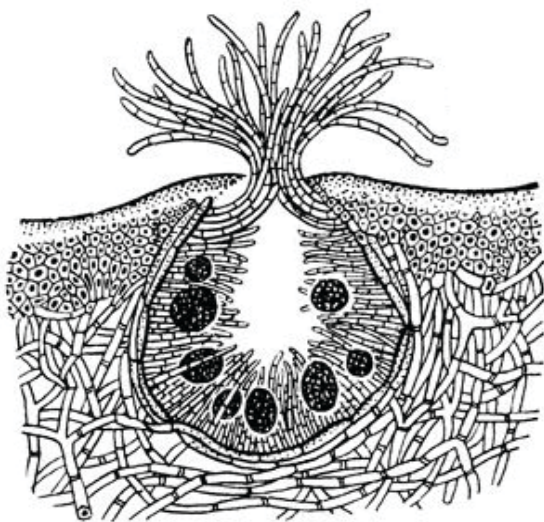
В концептакулах (скафидиях) фукуса на выстилающем слое (трактуются рядом авторов как гаметофит) развиваются гаметангии: крупные грушевидные темноокрашенные оогонии — в женских, и мелкие округлые антеридии — в мужских концептакулах. Одновременно с образованием гаметангиев вокруг них разрастаются стерильные нити выстилающего слоя, называемые парафизами. В женских концептакулах пучок парафиз выходит наружу, формируя хохолок.

Рис.5. Общий вид таллома



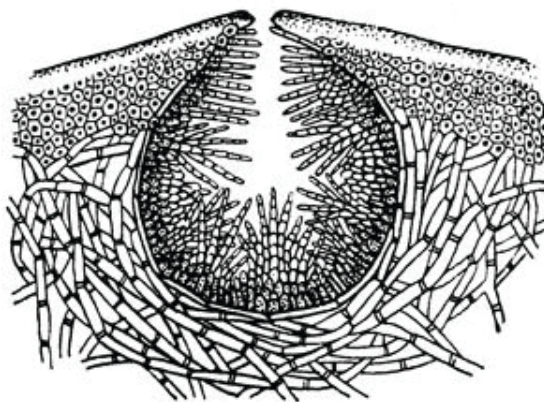
- 1 – диск;
- 2 – каулоид;
- 3 – ребро;
- 4 – воздушные пузыри;
- 5 – верхушечная зона роста;
- 6 – рецептакулы;
- 7 – выводные отверстия концептакул

Рис. 6. Разрез через женский концептакул:



- 1 – ткань рецептакула; 2 – выстилающий слой; 3 – оогонии; 4 – парафизы; 5 – хоолок.

Рис. 7. Разрез через мужской концептакул:



- 1 – ткань рецептакула; 2 – выстилающий слой; 3 – антеридии; 4 – парафизы.



## ЗАНЯТИЕ 6

### Отдел КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ — *RHODOPHYTA*

Известно около 4000 видов. Эукариоты. Митоз полузакрытый. Цитокинез бороздой дробления. Комплекс пигментов включает хлорофиллы *a* и *d*(?), известны фикобилипротеиды. Основной запасной продукт – багрянковый крахмал.

Клеточный покров оболочка, целлюлозно-галактановая (агар, агароид, каррагинин), нередко инкрустирована известью. Хлоропласты разнообразной формы, многочисленные. Жгутиковые стадии отсутствуют.

Преимущественно многоклеточные, макроскопические формы нитчатой, разнонитчатой, пластинчатой, паренхиматозной, ложнопаренхиматозной структур, очень редко микроскопические (одноклеточные и колониальные) формы амебоидной, коккоидной, гемимонадной структур. Доминируют виды с многоклеточным талломом псевдопаренхиматозной структуры.

Вегетативное размножение редко: делением клетки (у немногих видов), участками многоклеточных талломов, дополнительными побегами. Бесполое размножение моно-, би-, тетра- или полиспорами. Половой процесс оогамия (женский гаметангий – карпогон – морфологически дифференцирован). Зигота прорастает без периода покоя через ряд сложных превращений. Жизненный цикл у большинства видов гаплодиплофазный (гетероморфный), сопровождающийся сменой двух или трех поколений. Известно сокращение жизненного цикла путем редукции одной из форм развития.

Преимущественно морские прикрепленные глубоководные формы; пресноводные виды немногочисленны. Известны аэрофитные формы. Объекты промысла, аква- и марикультуры. Сырье для получения фикоколлоидов (агар, агароид, каррагинин), используемых в медицине, микробиологии, парфюмерии, пищевой, текстильной промышленности.

Включает 2 класса.

### Класс БАНГИЕВЫЕ — *BANGIOPHYCEAE*

Объединяет наиболее просто организованные одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы. Бесполое размножение моноспорами, как исключение полиспорами. Карпогон без или со слабо выраженной трихогиной. Зигота без сложных преобразований непосредственно превращается в цистокарпий.

Включает 3 порядка.

### Порядок БАНГИЕВЫЕ – *BANGIALES*

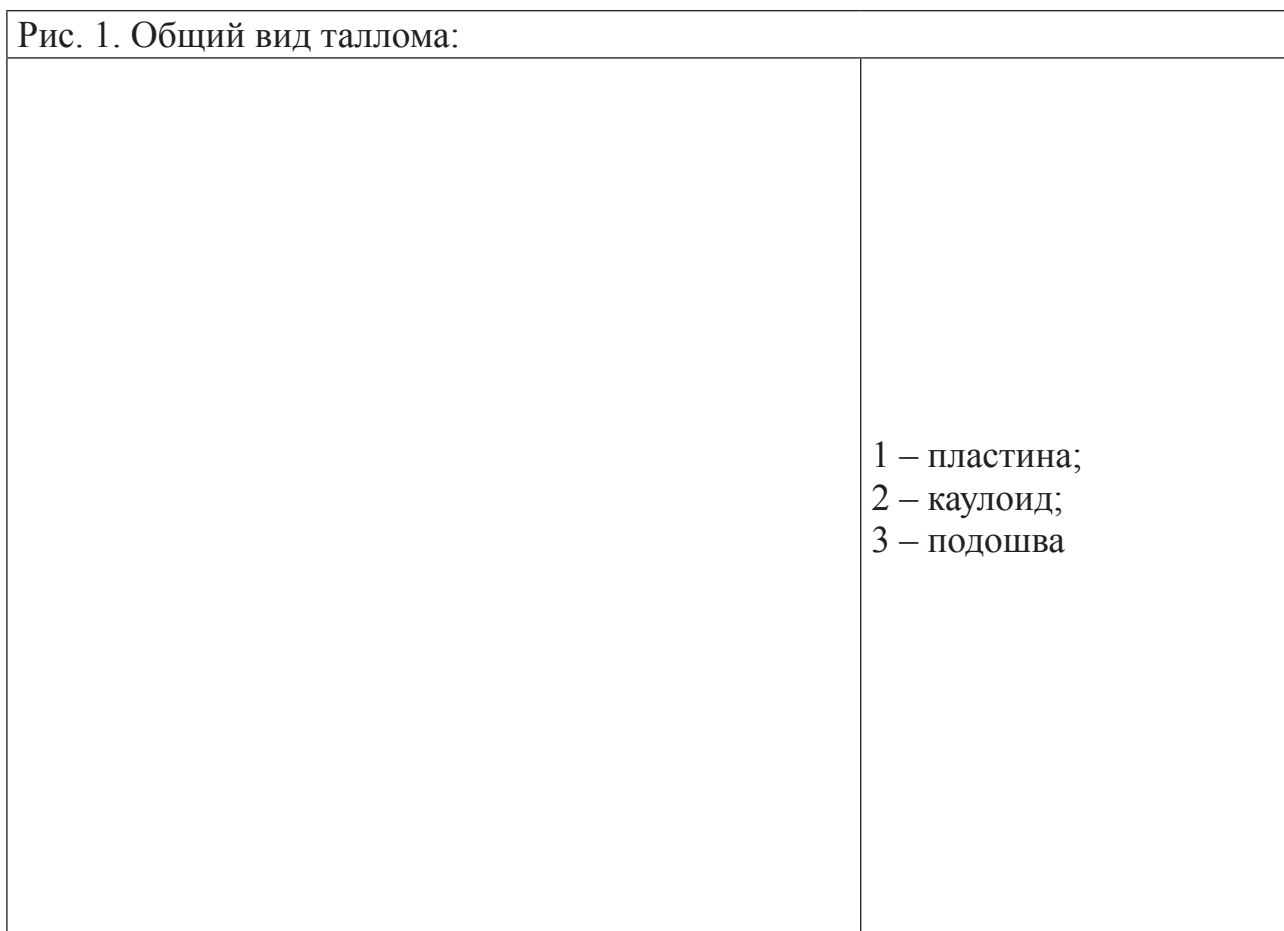
Многоклеточные формы нитчатой и пластинчатой структур. Полиспоры известны. Трихогина слабо выражена. Зигота непосредственно превращается в цистокарпий с 2-32 карпоспорами.

Задание 1. На гербарных образцах познакомиться с внешним строением таллома порфиры – *Porphyra laciniata*. Зарисовать и сделать обозначения.



Таллом порфиры имеет вид пластинки розовато-пурпурного цвета с волнистыми краями, до нескольких десятков сантиметров в длину и ширину. Пластика состоит из одного слоя клеток и при помощи короткого каулоида со слабо выраженной подошвой прикрепляется к подводным предметам. Клетки имеют по одному звездчатому хлоропласту. Гаметангии (карпогон и антеридий) образуются из группы соседних вегетативных клеток и хорошо заметны невооруженным глазом в виде более темных пятен. После формирования репродуктивных органов таллом обычно погибает.

Съедобна; объект марикультуры



#### Класс ФЛОРИДЕЕВЫЕ — *FLORIDEOPHYCEAE*

Включает многоклеточные формы разнотканчатой и псевдопаренхиматозной структур. Вегетативное размножение редко; бесполое – тетра-, би-, поли-, редко моноспорами. Карпогон с хорошо выраженной трихогиной. Зигота претерпевает сложные превращения.

Включает 8 порядков.

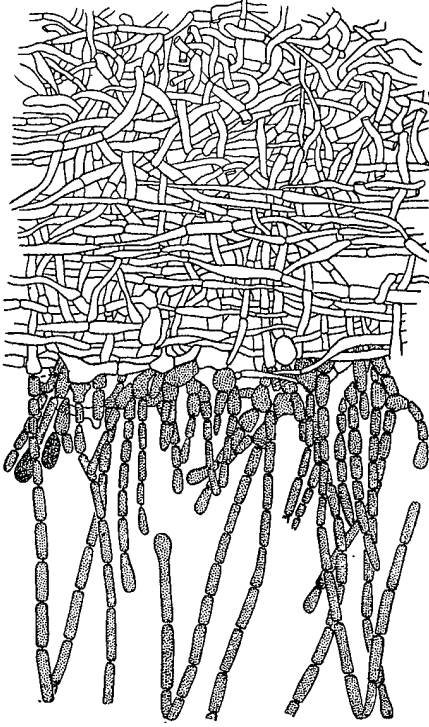
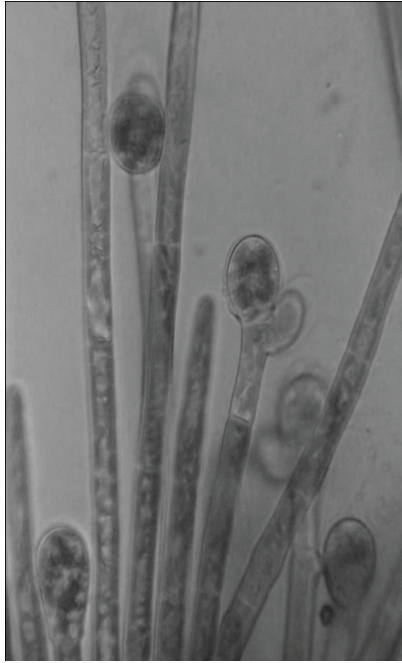
#### Порядок НЕМАЛИЕВЫЕ – *NEMALIALES*

Бесполое размножение моноспорами. Ауксиллярные и специальные питающие клетки отсутствуют. Известны пресноводные формы.

Задание 2. На гербарных образцах и фиксированном материале познакомиться со строением таллома торей — *Thorea hispida*. Сделать рисунок и проставить обозначения.

Таллом торей имеет вид обильно и многократно разветвленных, крупных, до 1 м длиной, буро-фиолетовых кустиков, мягких на ощупь за счет значительного ослизнения нитей. Центральная часть главной оси таллома состоит из бесцветных нитей, которые в центре расположены беспорядочно, а на периферии — параллельно основной оси. Сверху они покрыты округлыми коровыми клетками, которые затем переходят в прямые, длинные, ассимиляционные нити — «волоски», отходящие перпендикулярно главной оси. В моноспорангиях развиваются одиночные неподвижные голые моноспores, которые выскальзывают из него, затем одеваются оболочкой и прорастают. Половой процесс редко.

Типичный реофил. Встречается в реках (чаще на участках с быстрым течением) на различных естественных (плотный глинистый грунт, выходы горных пород, упавшие в воду деревья) и искусственных (железобетонные конструкции шлюзов, нейлоновые канаты) субстратах.

Рис. 2. Общий вид таллома	Рис. 3. Продольный разрез таллома	Рис. 4. Бесполое размножение
		
	1 — нити центральной оси; 2 — ассимиляционные нити	1 — ассимиляционные нити; 2 — моноспорангии

## Отдел ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДРОСЛИ — *EUGLENOPHYTA*

Известно около 1000 видов. Эукариоты (с ядром мезокариотного типа). Митоз закрытый. Цитокинез бороздой дробления. Комплекс пигментов включает хлорофиллы *a*, *b*. Основной запасной продукт – парамилон. Клеточный покров пелликула; известны формы с домиками. Хлоропласт разнообразной формы, от 1-2 до многих в клетке. Есть бесцветные формы. Сtigма вне хлоропласта. В морфологическом отношении исключительно одноклеточные формы монадной структуры. Жгутиков от 1 до 7, чаще 1-2; разнообразны по длине (изо- и гетероконтные) и морфологии (изо- и гетероморфные).

Размножение вегетативное (делением клетки надвое в подвижном и неподвижном состоянии); бесполое – отсутствует. Половой процесс достоверно не известен.

Питание осмотротно, с хорошо выраженной миксотрофией; у бесцветных может сочетаться с голозойным.

Преимущественно пресноводные формы, предпочитают мелкие стоячие эвтрофные водоемы. Типично планктонные формы; часть видов могут обитать на дне. Способны выдерживать высокий уровень загрязнения, предпочитают органические вещества естественного происхождения. При поступлении в водоем загрязнений искусственного происхождения (стирол, полистирол, детергенты, гербициды, пестициды и т.п.) снижают численность и полностью исчезают из состава альгофлоры.

Один класс.

## Класс ЭВГЛЕНОВЫЕ – *EUGLENOPHYCEAE*

С признаками отдела; три порядка.

## Порядок ЭВГЛЕНОВЫЕ — *EUGLENALES*

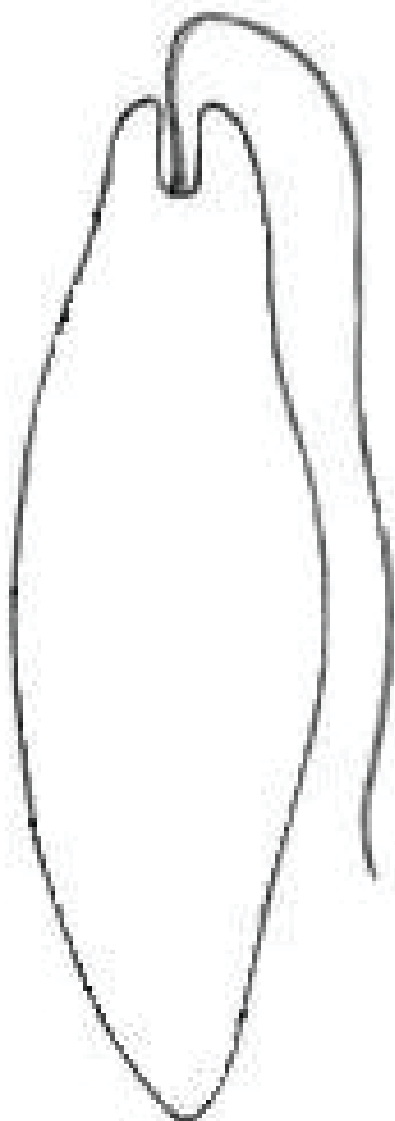
Включает окрашенные формы, а также вторично бесцветные виды, потерявшие способность к фотосинтезу.

Задание 3. Найти в препарате и внимательно рассмотреть клетку эвглени – *Euglena polymorpha*; дополнить рис. 5 и проставить обозначения.

При малом увеличении микроскопа можно увидеть зеленые, веретеновидные клетки, активно передвигающиеся при помощи жгутика. Иногда клетки останавливаются и начинают метаболизировать (изменять форму): в поперечном направлении клетка вздувается и расширяется, в продольном – сокращается. Способность к метаболии обусловлена наличием особого типа клеточного покрова – пелликулы. При большом увеличении микроскопа на переднем конце клетки эвглени можно различить углубление, так называемую глотку, к стенке которой примыкает красная стигма. По всему протопласту расположены зеленые дисковидные хлоропласты и зерна парамилона – запасного вещества. При мета-

болических движениях в задней трети клетки видна светлая зона, которую как бы обтекают хлоропласты и зерна парамилона, это – ядро.

Рис. 5. Строение клетки:

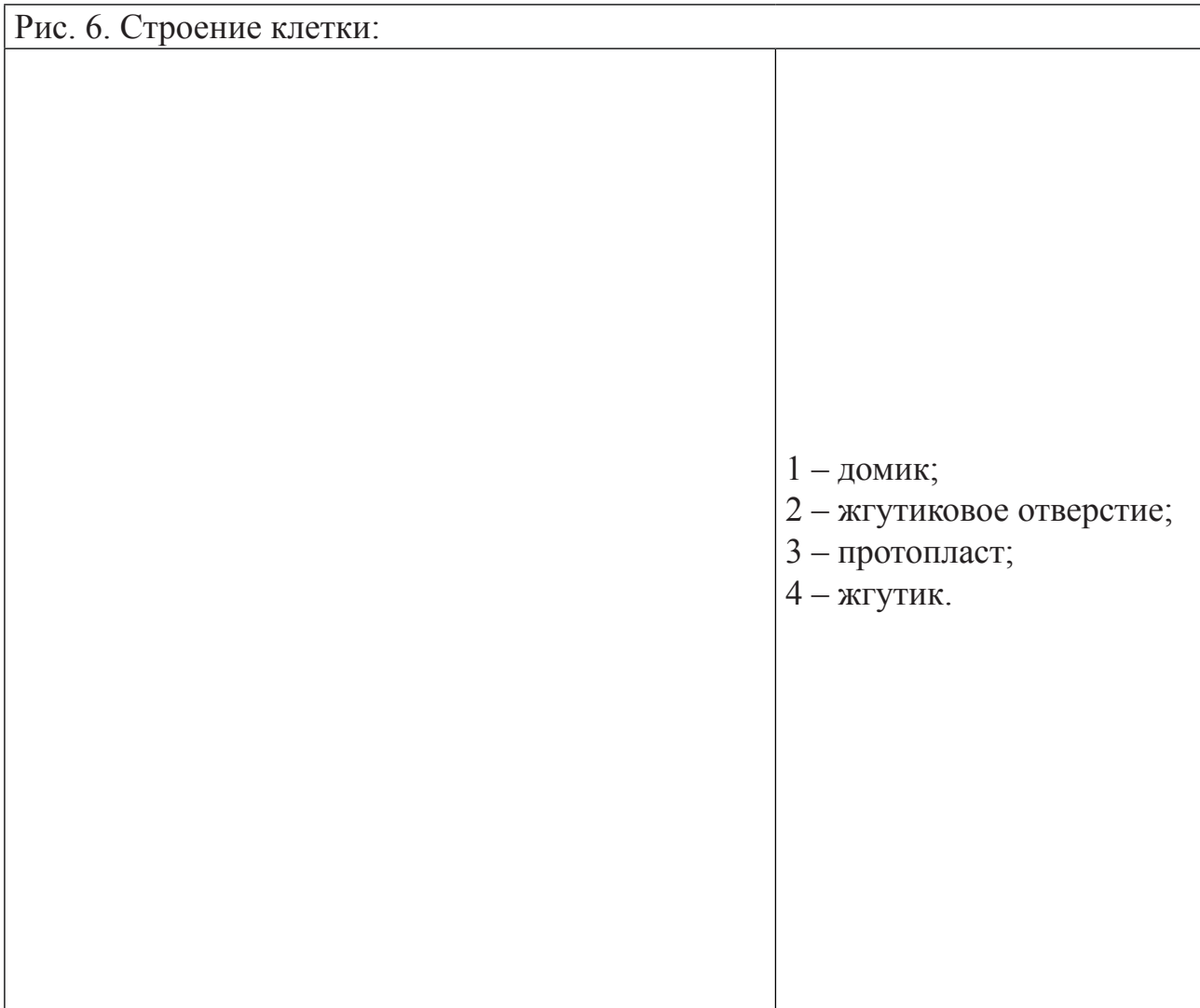


- 1 – пелликула;
- 2 – глотка;
- 3 – жгутик;
- 4 – стигма;
- 5 – хлоропласты;
- 6 – зерна парамилона;
- 7 – ядро.

**Задание 4.** Найти в препарате и рассмотреть клетку трахеломонаса – *Trachelomonas intermedia*. Зарисовать и проставить обозначения.

Для представителей рода трахеломонас характерно наличие особого образования – домика, в котором свободно размещен голый протопласт типичного для эвгленовых водорослей строения. Стенки домика состоят из пектиновых веществ, бесцветные у молодых клеток, с возрастом приобретают желто-коричневую окраску за счет инкрустации соединениями железа. Домики всегда имеют жгутиковое отверстие, окруженное горлышком или воротничком различной конфигурации у разных видов. При размножении протопласт делится внутри домика, и одна из сестринских особей выскальзывает через жгутиковое отверстие наружу и вырабатывает свой собственный домик.

Рис. 6. Строение клетки:



### Отдел ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ — *CHLOROPHYTA*

Известно около 20000 видов. Эукариоты (рядом авторов в отдел включаются также виды с про- и мезокариотическим уровнем организации ядерного аппарата на основании сходства пигментного состава, химической природы продуктов ассимиляции и других признаков). Три типа митоза; все типы цитокинеза. Комплекс пигментов включает хлорофиллы *a*, *b*. Основной запасной продукт – крахмал.

Клеточные покровы – плазмалемма, перипласт, оболочка (целлюлозно-пектиновая). Известны формы с домиками и двустворчатой оболочкой. Характерно большое разнообразие внутреннего и внешнего строения клетки и внутриклеточных органелл. Подвижные стадии изоконтны и изоморфны.

Разнообразны в морфологическом отношении. Известны микро- и макроскопические формы с одноклеточным, колониальным, ценобиальным, многоклеточным и неклеточным талломом амебоидной, монадной, гемимонадной, коккоидной, пальмеллоидной, нитчатой, разнонитчатой, пластинчатой, паренхиматозной, сифональной и сифонокладальной структур.

Размножение вегетативное (делением клетки, почкованием, распадом коло-

ний и многоклеточных талломов, дополнительными побегами, столонами, специализированными образованиями), бесполое (зооспоры, гемизооспоры, гемиавтоспоры, автоспоры, апланоспоры), половое (все типы полового процесса). Разнообразные типы жизненных циклов: гаплофазный (преобладает), диплофазный, гаплодиплофазный (изоморфный и гетероморфный).

Повсеместно. Широко распространены во всех водных и вневодных ценозах. Наряду с диатомовыми являются доминирующей группой водорослей. Есть индикаторные формы. Активные агенты процессов очистки и доочистки загрязненных и сточных вод. Объекты биотехнологии.

В данном издании объем и систематика группы (на уровне порядков) приводятся в соответствии с традиционными принципами построения систем, без учета комбинаций (новых отделов, классов), предлагаемых разными авторами по молекулярным и ультраструктурным данным (последовательность нуклеотидов, специфические детали митотического цикла, ориентация жгутиковых корней, некоторые биохимические особенности), полученным на культуральном материале. Использование подобных признаков в качестве диагностических при выделении таксонов высокого ранга затрудняет либо делает практически невозможной работу с природными популяциями.

#### Порядок ВОЛЬВОКСОВЫЕ — *VOLVOCALES*

Включает виды с одноклеточным, ценобиальным и колониальным талломом монадной структуры. Активно подвижны в вегетативном состоянии. При неблагоприятных условиях способны формировать слизистую капсулу и переходить в пальмеллевидное состояние. Бесполое размножение зооспорами, голыми или имеющими оболочку. Половой процесс – холо-, изо-, гетеро-, атакто- и оогамия. Зигота прорастает после периода покоя.

Доминируют пресноводные формы; обитатели мелких стоячих водоемов (лужи, канавы, пруды). Часто дают массовое развитие. Известны виды экстремальных местообитаний (гипергалобы, криофилы). Легко поддаются культивированию; объекты биотехнологии.

Задание 5. Найти в препарате и рассмотреть клетку дуналиеллы – *Dunaliella salina*. Зарисовать и проставить обозначения.

Одним из типичных представителей одноклеточных форм является дуналиелла – обитатель гипергалинных водоемов, культура которой широко используется в лабораторных экспериментах. В капле живой культуры дуналиеллы можно увидеть массу мелких активно подвижных зеленых клеток. Найдите остановившуюся клетку и подробно рассмотрите ее строение при большом увеличении. Наиболее заметная часть клетки – хлоропласт, который располагается в постенном слое и имеет чашевидную форму. Особое внимание обратите на клеточный покров: клетки дуналиеллы голые, покрыты только плазмалеммой, однако плаз-

малемма имеет здесь особую структуру, несколько напоминающую гликокаликс. Обратите внимание на форму и положение в клетке хлоропласта, пиреноида; найдите жгутики. Стигма в условиях культуры часто исчезает.

Рис. 7. Строение клетки:

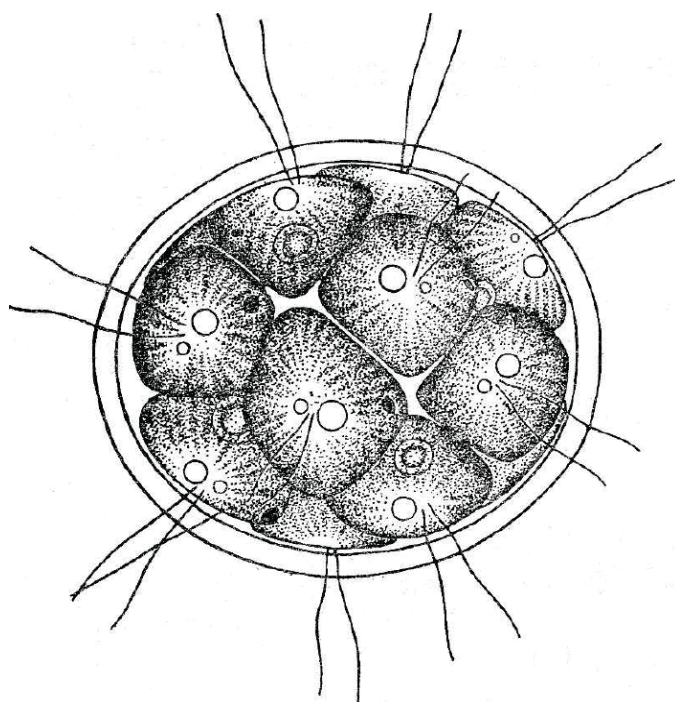
- |  |   |
|--|---|
|  | <p>1 – плазмалемма;<br/>         2 – хлоропласт;<br/>         3 – ядро;<br/>         4 – пиреноид;<br/>         5 – сфера крахмала;<br/>         6 – жгутики.</p> |
|--|---|

**Задание 6.** Найти в препарате и рассмотреть ценобии пандорины – *Pandorina morum*. На рис. 8 проставить обозначения.

При малом увеличении найдите один ценобий пандорины и рассмотрите его. Ценобий имеет шаровидную или слегка эллипсоидную форму и активно вращается вокруг собственной оси. Наружный слой слизи ценобия имеет более плотную (по сравнению с внутренней жидкой слизью) консистенцию и называется инволюкрум. Под инволюкрумом в один слой (сферой) располагаются 16 клеток. Клетки лежат очень плотно, почти доходя до центра ценобия, и вследствие взаимного сдавливания имеют слегка пирамидальную форму. Все клетки ориентированы таким образом, что их задние концы обращены к центру ценобия, а передние – к периферии. Жгутики, отходящие от передних концов клеток, проходят сквозь инволюкрум через находящиеся в нем тончайшие каналы и работой своих свободных частей приводят ценобий в движение.



Рис. 8. Общий вид ценобия:



- 1 – инволюкрум;  
2 – клетки;  
3 – жгутики

## ЗАНЯТИЕ 7

### Порядок ХЛОРОКОККОВЫЕ — *CHLOROCOCCALES*

Порядок (в традиционной трактовке) включает представителей с одноклеточным, ценобиальным и колониальным талломом коккоидной структуры. Бесполое размножение зоо-, авто-, апланоспорами. Половой процесс изо-, гетеро-, оогамия. Зигота прорастает после периода покоя.

Пресноводные формы. Широко распространены в разнотипных водоемах, особенно в эвтрофированных; обычны в сточных водах различного состава и генезиса. Активные агенты процессов самоочищения. Известны обитатели вневодных ценозов. Многие виды введены в культуру. Объекты биотехнологии.

Задание 1. Найти в препарате и внимательно рассмотреть клетку и автоспоры хлореллы – *Chlorella vulgaris*. Зарисовать и проставить обозначения.

Если рассматривать живую культуру хлореллы при малом увеличении, клетки ее имеют вид крохотных ярко-зеленых шариков. Переведите микроскоп на большое увеличение и рассмотрите подробно строение клетки. Обратите внимание на клеточную оболочку, которая у старых клеток может быть окрашена в желтоватый цвет. Хлоропласт в клетке один, массивный, чашевидный, заполняет большую часть клетки. В утолщенном дне хлоропласта четко виден пиреноид со сферой крахмала. В вырезе хлоропласта расположено ядро, видимое только после специального окрашивания. Пройдясь по препарату, можно увидеть наряду с округлыми крупными клетками более мелкие, часто угловатые в очертаниях кле-

точки, соединенные ослизненными остатками оболочки спорангия (материнской клетки) по 4-8. Это – автоспоры, неподвижные споры хлореллы, служащие для бесполого размножения и являющиеся миниатюрной копией материнской клетки.

Рис. 1. Строение клетки:	Рис. 2. Размножение хлореллы:
1 – оболочка; 2 – хлоропласт; 3 – пиреноид; 4 – сфера крахмала; 5 – ядро.	1 – остатки оболочки спорангия; 2 – автоспоры

Задание 2. Найти в препарате, рассмотреть и зарисовать ценобий сценедесмуса – *Scenedesmus quadricauda* (= *Desmodesmus communis*).

Ценобий сценедесмуса имеет вид пластинки, состоящей из 4-8 (редко 2-16) овальных, более или менее вытянутых клеток, сросшихся параллельно друг с другом своими боковыми сторонами. На краевых клетках оболочка образует длинные выросты в виде «рогов» (приспособление к парению в толще воды). Хлоропласт в клетке один, пластинчатый, пристенный, в центре четко различим пиреноид. Размножение апланоспорами, которые в материнской клетке формируют ценобий и выходят через разрыв оболочки клетки-спорангия.

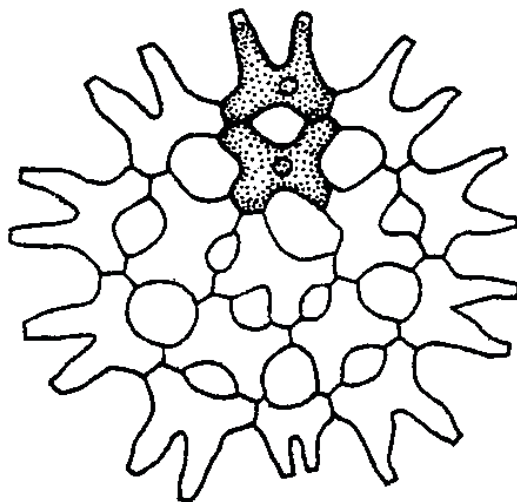
Рис. 3. Общий вид ценобия

1 – выросты оболочки;  
2 – формирование нового  
ценобия.

Задание 3. Найти в препарате и рассмотреть ценобий педиаструма – *Pediastrum duplex*; проставить обозначения.

Ценобии педиаструма плоские, состоят из 16, 32 или 64 клеток. Краевые клетки несут отростки, увеличивающие общую поверхность ценобия (приспособление к планктонному образу жизни). Бесполое размножение зооспорами. В зооспорангий может превращаться любая клетка ценобия. Через разрыв в оболочке спорангия зооспоры выходят в слизистом пузыре, в котором некоторое время сохраняют подвижность. Затем теряют жгутики и формируют внутри пузыря новый ценобий (процесс занимает несколько минут).

Рис. 4. Общий вид ценобия



1 – центральные клетки;  
2 – краевые клетки.

## Порядок УЛОТРИКСОВЫЕ — ULOTRICHALES

Включает формы с многоклеточным талломом нитчатой и разноразветвленной структур. Рост таллома диффузный. Бесполое размножение четырехжгутиковыми зооспорами, образующимися в вегетативных клетках нити. При резкой смене условий (повышение или понижение температуры, колебания значений pH и минерализации воды, подсыхание водоема), зооспоры покидают оболочку материнской клетки, формируют собственную оболочку и превращаются в апланоспоры. Половой процесс изо-, гетерогамия. Гомо- и гетероталичные виды. Известна стадия планозиготы (четырёхжгутиковая, с двумя стигмами). После короткого периода активного движения оседает на субстрат (дно водоема) и превращается в гипнозиготу. При наступлении благоприятных условий гипнозигота прорастает зооспорангием (гипнозигота и процесс ее прорастания рядом автором трактуются как одноклеточный спорофит, или *Codiolum*-стадия).

Гаплофазный жизненный цикл.

Пресноводные и морские формы; часто образуют зеленый покров («тина») на различных субстратах, в том числе искусственного происхождения.

**Задание 4.** Найти в препарате и рассмотреть нить улотрикса – *Ulothrix zonata*; зарисовать и проставить обозначения.

При малом увеличении найдите длинные, однорядные нити, состоящие из одинаковых клеток с довольно толстыми оболочками. Они прикрепляются к субстрату при помощи почти бесцветной конической базальной (ризоидальной) клетки. Хлоропласт в клетках имеет вид постенной пластинки, причем края этой пластинки не смыкаются, образуя незамкнутый пояс. В хлоропласте ясно различимы многочисленные пиреноиды; в центральной части клетки располагается ядро. Просмотрите весь препарат и найдите клетки с более густым темноокрашенным содержимым. Рассматривая их при большом увеличении, можно видеть, что протопласт этих клеток отличается от протопласта других клеток нити и состоит из разного числа отдельных участков. Это – зооспорангии, в которых образуются четырехжгутиковые зооспоры по 2-4 или больше.

Рис. 5. Общий вид нити:	Рис. 6. Строение клетки:
	
1 – ризоидальная клетка; 2 – вегетативные клетки; 3 – зооспоронгий с зооспорами	1 – оболочка; 2 – ядро; 3 – хлоропласт; 4 – пиреноиды; 5 – сфера крахмала

### Порядок УЛЬВОВЫЕ — *ULVALES*

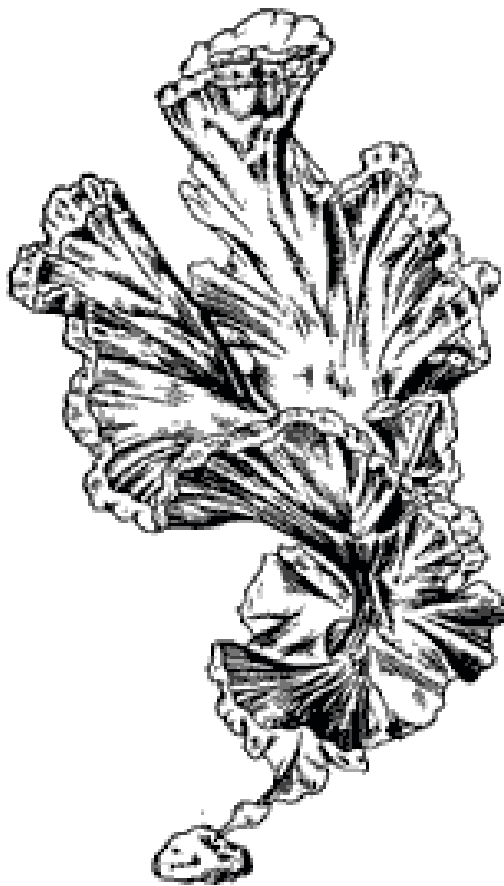
Порядок объединяет макроскопические, многоклеточные формы пластинчатой, реже паренхиматозной структуры. На ранних стадиях развития талломы прикрепляются к субстрату, позднее иногда свободноплавающие. Рост таллома диффузный. Гипнозигота прорастает непосредственно в спорофит. Жизненный цикл гаплофитоплазменный изоморфный. Преимущественно морские растения.

**Задание 5.** Рассмотреть на гербарном образце таллом ульвы — *Ulva lactuca*. На рис. 7 проставить обозначения.

Одним из типичных представителей морских форм зеленых водорослей с пластинчатой структурой многоклеточного таллома является ульва. Пластина таллома ульвы может быть различной формы, светло-зеленого цвета, с гофрированными лопастными краями, 10–16, иногда до 100 см высотой. Таллом состоит из двух слоев клеток, хлоропласты располагаются по внешним стенкам клеток. В основании пластина сужается, переходит в стебелек, заканчивающийся мало заметной подошвой, прикрепляющей таллом к субстрату. Для ульвы характерна изоморфная смена поколений. Бесполое размножение осуществляется четырехжгутиковыми зооспорами. Половое размножение – изогамия.

Съедобна; введена в марикультуру.

Рис. 7. Общий вид таллома



- 1 – пластина,
- 2 – стебелек,
- 3 – подошва,
- 4 – субстрат

### ЗАНЯТИЕ 8

Порядок КАУЛЕРПОВЫЕ (СИФОНОВЫЕ, БРИОПСИДОВЫЕ) —  
*CAULERPALES (SIPHONALES, BRYOPSIDALES)*


Включает представителей с неклеточным талломом сифональной структуры, не характеризующиеся радиальной симметрией. Вегетативное размножение участками таллома; бесполое — зооспорами, встречается редко; половое — изо- и гетерогамия. Зигота без периода покоя прорастает в новое растение непосредственно или через стадию протонемы.

Преимущественно морские виды тропических и субтропических широт, реже в умеренном поясе. Известны токсичные виды, а также виды, устойчивые к загрязнению (способны аккумулировать радиоактивные изотопы).

Задание 1. На гербарных и музейных образцах рассмотреть строение таллома кодиума — *Codium tomentosum*; зарисовать и проставить обозначения.

Таллом шаровидный или в виде цилиндрических разветвленных шнуров, прикрепляется к субстрату базальным диском. Внутренняя часть таллома («сердцевина») образована рыхло переплетенными, почти бесцветными, идущими в продольном направлении шнурами. По периферии располагается «коровый

слой», образованный крупными, плотно сомкнутыми, булабовидными или пузыревидными ответвлениями, выполняющими функцию ассимиляторов. Хлоропласты многочисленные, дисковидные, парietальные.

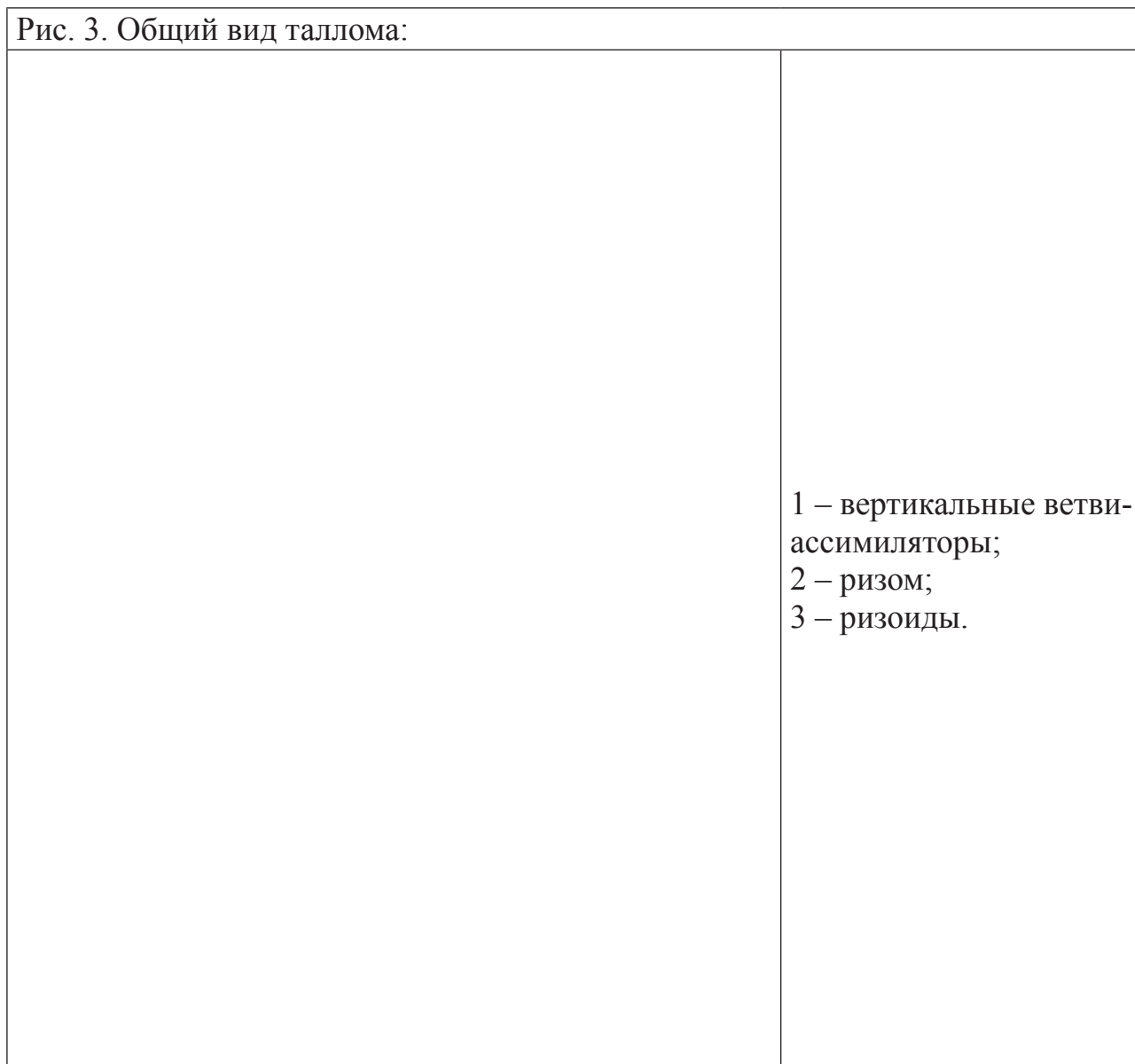
Рис. 1. Общий вид таллома	Рис. 2. Поперечный разрез через таллом
	 <p data-bbox="842 1167 1166 1252">1 – «коровый слой»; 2 – «сердцевина»</p>

**Задание 2.** Рассмотреть на гербарном образце таллом каулерпы — *Caulerpa prolifera*; зарисовать и проставить обозначения.

Таллом каулерпы состоит из ползучих, распростертых на грунте частей или ризомов, имеющих вид цилиндрических сифонов. Ризомы тянутся в длину на десятки сантиметров, разветвляются и отчленивают через определенные интервалы вниз ризоиды, а вверх — вертикальные «ветви-ассимиляторы». Ризоидов много, на концах они многократно ветвятся и тем самым обеспечивают плотное приращение таллома к любому субстрату. Вертикальные «ветви» имеют уплощенную форму, в них сосредоточены дисковидные мелкие хлоропласты. Для каулерпы наиболее характерно вегетативное размножение — за счет отмирания более старых частей ризома; участки таллома с вертикальными ветвями становятся независимыми растениями (процессы регенерации регулируются ядрами, находящимися в ризоидах). Реже наблюдается половой процесс — гетерогамия; подвижные двужгутиковые гаметы формируются в вертикальных «ветвях».



Рис. 3. Общий вид таллома:



### Порядок СИФОНОКЛАДОВЫЕ — SIPHONOCCLADALES

Включает представителей с сифонокладальной структурой. Начальная стадия онтогенеза характеризуется типично сифональной структурой неклеточного таллома. В процессе дальнейшего роста и развития первичный сифон делится на крупные многоядерные участки или сегменты (называемые некоторыми авторами «клетками»), приобретая таким образом облик многоклеточного таллома. В отличие от многоклеточных форм перегородки у сифонокладовых формируются в результате особого сегрегативного (полная независимость цитокинеза от кариокинеза) деления. При этом протопласт первичного сифона распадается на отдельные многоядерные участки различной формы и размеров, с различным числом ядер. Затем эти участки округляются, вырабатывают собственную оболочку и по мере роста постепенно заполняют полость оболочки первичного сифона. Вследствие особого способа формирования оболочки сегменты сифонокладовых в пределах одного таллома обычно различаются по размерам, имеют разнообраз-

ные, часто неправильные очертания и крупные размеры, превышающие средние размеры клеток водорослей в многоклеточных талломах.

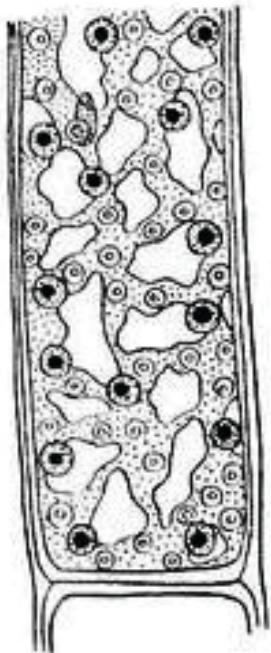
Бесполое размножение двух- и четырехжгутиковыми зооспорами. Половой процесс изо-, гетерогамия. Известно несколько типов жизненных циклов (гаплофазный, диплофазный, гаплодиплофазный изоморфный).

Морские и пресноводные формы.

Задание 3. На гербарных образцах и фиксированном материале познакомиться со строением таллома кладофоры — *Cladophora glomerata*; зарисовать и проставить обозначения.

Кустистый таллом кладофоры представлен разветвленными нитями, состоящими из расположенных в один ряд сегментов. Рассмотрите при большом увеличении микроскопа отдельный сегмент, обратите внимание на многослойную оболочку. Хлоропласт у кладофоры имеет вид продырявленной пластинки (формируется в процессе роста сегмента за счет слияния в единую сеть многих мелких неправильной формы хлоропластов, смыкающихся своими концами) с многочисленными пиреноидами; ядра расположены в прорезях хлоропласта. На концах нитей можно увидеть сегменты с темным, густым, зернистым содержимым – зооспорангии.

Встречается повсеместно, в разнотипных водоемах, в обрастаниях различных субстратов.

Рис. 4. Общий вид таллома:	Рис. 5. Строение сегмента:
	
1 – зооспорангии	1 – оболочка; 2 – хлоропласт; 3 – пиреноиды; 4 – ядра

Следующие два порядка (*Zygnematales* и *Desmidiiales*) по наличию особого типа полового процесса – конъюгация и полному отсутствию подвижных стадий в традиционных системах объединяются в составе класса конъюгат – *Conjugatophyceae*.

#### Порядок ЗИГНЕМОВЫЕ — *ZYGNEMATALES*

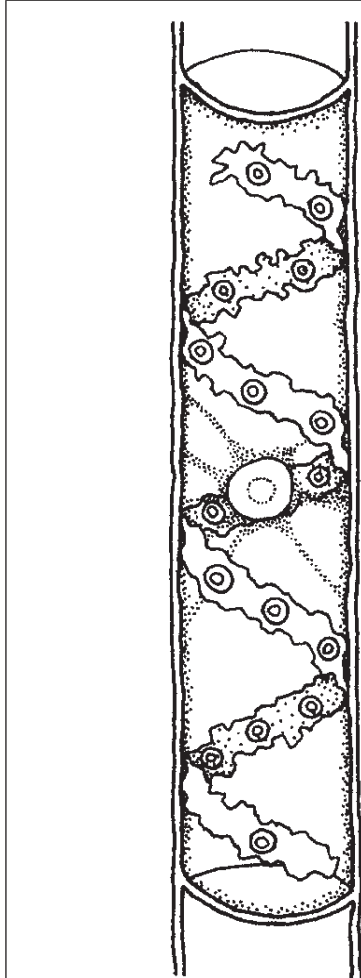
Включает представителей с одноклеточным и многоклеточным талломом коккоидной и нитчатой структур соответственно. Гаплофазный жизненный цикл. Зигота после периода покоя прорастает непосредственно в новое растение.

Задание 4. На фиксированном материале и постоянных препаратах познакомиться со строением клетки и размножением спирогиры — *Spirogyra sp.*; про- ставить обозначения.

При малом увеличении микроскопа видно, что таллом спирогиры представляет собой однорядные неветвящиеся нити, состоящие из одинаковых, вытянутых в длину цилиндрических клеток. Строение отдельной клетки рассмотрите при большом увеличении. Клетка покрыта настоящей двухслойной оболочкой. В постенном слое цитоплазмы расположены спирально закрученные лентовидные хлоропласты. По средней линии хлоропластов расположены многочисленные пиреноиды. Вокруг пиреноидов можно различить крахмал, который откладывается в форме мелких зернистых глыбок. Центральная часть клетки занята большой вакуолью с клеточным соком. Ядро спирогиры очень крупное, часто видимое без специального окрашивания, расположено в центре клетки, окружено слоем цитоплазмы (цитоплазматический мешочек) и подвешено на цитоплазматических тяжах, идущих от постенного слоя цитоплазмы.

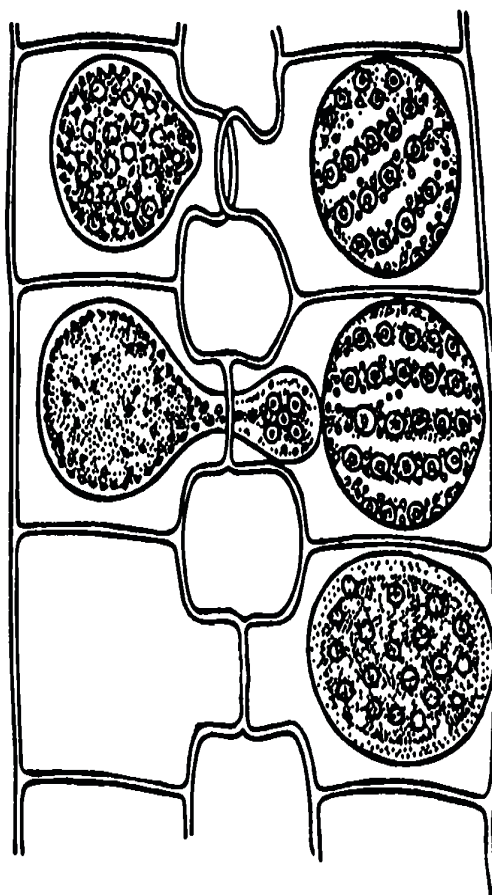
В постоянных препаратах найдите две нити спирогиры, располагающихся параллельно друг другу. У пары клеток этих нитей видны цилиндрические выросты оболочки, смыкающиеся своими концами и образующие сквозной конъюгационный канал, соединяющий обе конъюгирующие клетки. Так как обычно этот процесс протекает сразу в большинстве клеток нитей, то образуется подобие миниатюрной лестницы, что и послужило основанием для названия этого типа конъюгации – лестничная. В клетках одной из конъюгирующих нитей найдите округлые образования с темноокрашенной толстой оболочкой – зиготы.

Рис. 6. Строение клетки:



- 1 – хлоропласты;  
 2 – пиреноиды;  
 3 – крахмал; 4 – ядро;  
 5 – цитоплазматические тяжи;  
 6 – цитоплазматический мешочек; 7 – вакуоль

Рис. 7. Лестничная конъюгация:



- 1 – формирование копуляционных отростков;  
 2 – образование конъюгационного канала;  
 3 – перетекание протопласта;  
 4 – зигота

## ЗАНЯТИЕ 9

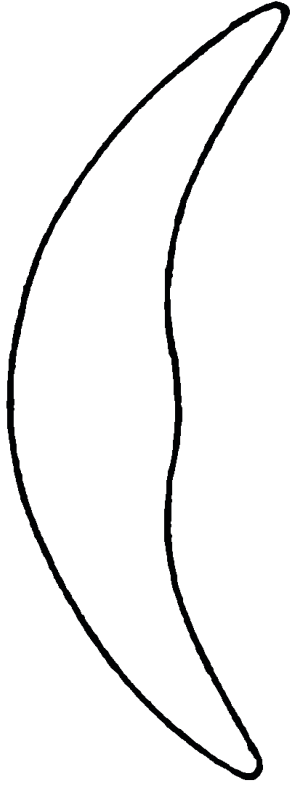
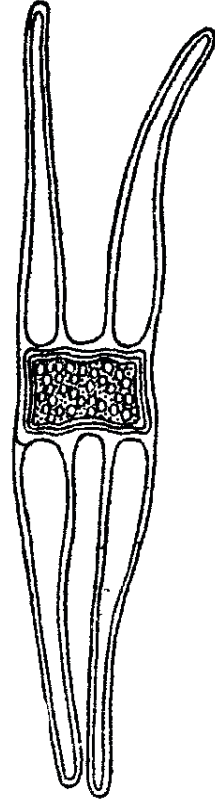
### ПОРЯДОК ДЕСМИДИЕВЫЕ – *DESMIDIALES*

Включает представителей с одноклеточным, реже колониальным талломом коккоидной структуры. Клетки разнообразны по внешнему виду, часто сложных очертаний, но всегда состоят из двух симметричных половинок (полуклеток). У большинства представителей в плоскости симметрии есть перетяжка. Оболочка из двух половинок, с порами, часто орнаментирована. Размножение вегетативное – деление клетки в плоскости симметрии, половое – боковая конъюгация.

**Задание 1.** Найти в препарате и рассмотреть клетку клостериума — *Closterium moniliferum*; дополнить рисунок и проставить обозначения.

При малом увеличении найдите крупные, слегка серповидносогнутые, умеренно суженные к концам клетки и внимательно рассмотрите их. Клетка состоит

из двух симметричных полуклеток, в каждой из которых расположено по одному массивному осевому хлоропласту. Между продольными ребрами каждого из хлоропластов в ряд расположены многочисленные пиреноиды со сферой крахмала.

Рис. 1. Строение клетки:	Рис. 2. Боковая конъюгация:
	
<p>1 – ядро; 2 – цитоплазматический мостик; 3 – хлоропласты; 4 – пиреноиды; 5 – сфера крахмала; 6 – терминальные вакуоли</p>	<p>1 – конъюгирующие клетки; 2 – зигота</p>

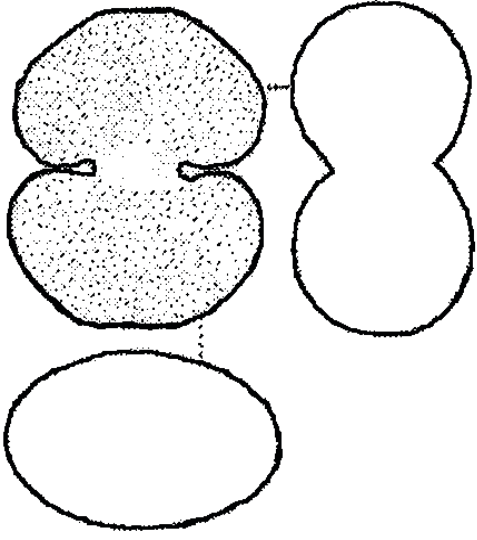
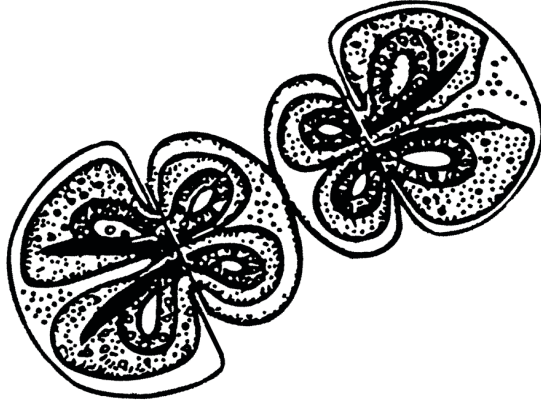
Хлоропласты соединены в центре клетки цитоплазматическим мостиком, в котором при большом увеличении иногда без специального окрашивания можно видеть ядро. На концах клетки имеется по одной терминальной вакуоли с несколькими кристалликами гипса, находящимися в живой клетке в постоянном броуновском движении.

Задание 2. Найти в препарате и рассмотреть клетку космариума — *Cosmarium* *sp.*, проставить обозначения

Для представителей рода характерны клетки с глубокой перетяжкой, делящей ее на две симметричные половинки. Полуклетки разнообразной формы, цельные, без деления на лопасти; в каждой по одному массивному хлоропласту с одним или несколькими пиреноидами. Хлоропласты осевые (центральные), симметричные. Ядро располагается посередине между хлоропластами в перетяжке.

Оболочка гладкая или различным образом скульптурирована. С помощью препаровальной иглы попытайтесь перевернуть клетку космариума и рассмотреть ее сбоку (клетка уплощенная) и сверху (в форме эллипса).

Вегетативное размножение космариума осуществляется делением клетки надвое в поперечной плоскости. Каждой новой особи достается одна полуклетка от материнской клетки, а недостающая полуклетка достраивается.

Рис. 3. Общий вид клетки:	Рис. 4. Деление клетки:
	
<p>1 – вид спереди: 1а – полуклетки; 1б – перетяжка; 2 – вид сверху; 3 – вид сбоку</p>	<p>1 – дочерние полуклетки ; 2 – материнские полуклетки</p>

### Порядок ХАРОВЫЕ — *CHARALES*

Отличительными особенностями харовых водорослей являются: 1) своеобразная — харофитная — структура многоклеточного таллома; 2) многоклеточные половые органы, включающие как фертильные, так и стерильные клетки (в отличие от одноклеточных гаметангиев подавляющего большинства представителей других отделов водорослей). Вегетативное размножение клубеньками, бесполое — отсутствует. Половой процесс оогамия; известны одно- и двудомные виды. Зигота после периода покоя прорастает новым растением. Гаплофазный жизненный цикл.

Обитают в пресных стоячих водоемах с илистым или песчаным дном. Часть видов могут встречаться в солоноватых водоемах. Объекты биофизических исследований.

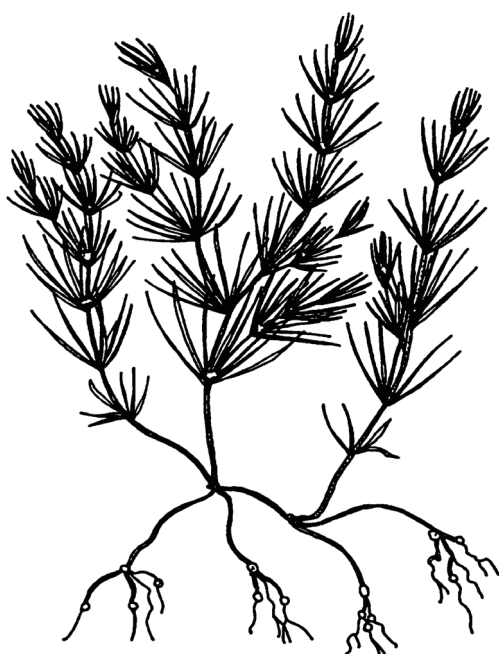
**Задание 3.** На гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением таллома и половых органов хары — *Chara vulgaris*; проставить обозначения.

Таллом хары крупный, обычно 20–30 см высотой, имеют вид кустистовет-



вящихся нитевидных или стеблевидных зеленых побегов членисто-мутовчатого строения, укореняющихся на дне водоемов с помощью многочисленных тонких бесцветных ризоидов. В кустистой части таллома различают главную ось (условно называемую стеблем) с верхушечным неограниченным ростом, состоящую из узлов и междоузлий, и отходящие от узлов короткие, равновеликие боковые веточки (условно называемые листьями) с ограниченным ростом. В пазухах листьев иногда развиваются боковые ветви такого же строения, как и главная ось. На ризоидах у хары формируются клубеньки, служащие для вегетативного размножения.

Рис. 5. Общий вид таллома:

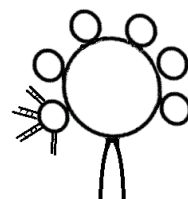
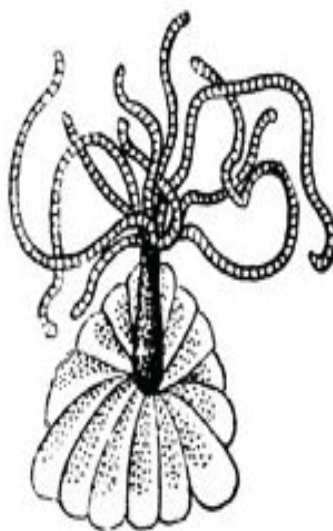
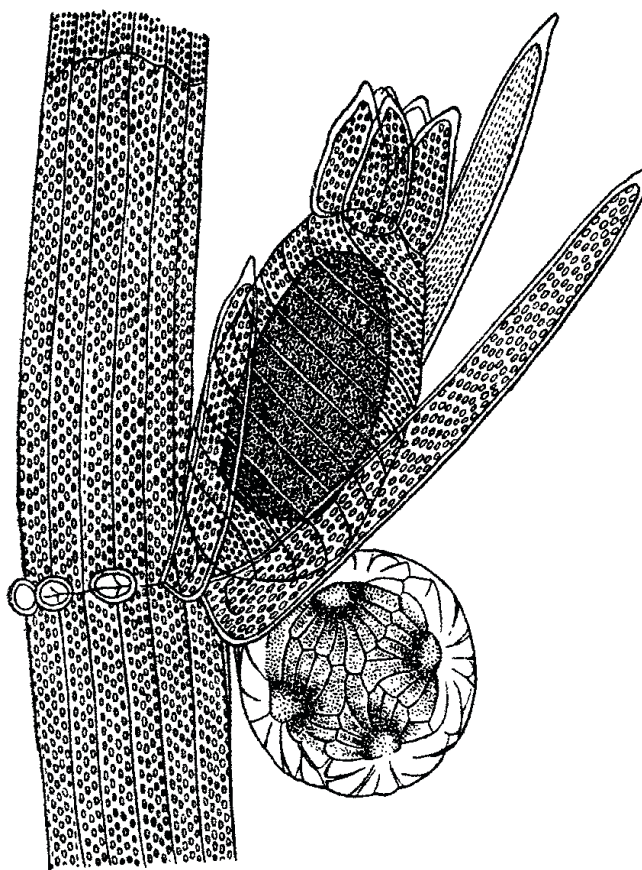


- 1 – стебель;
- 2 – узлы;
- 3 – междоузлия;
- 4 – листья;
- 5 – ризоиды;
- 6 – клубеньки

Женские (оогонии) и мужские (антеридии) половые органы хары развиваются на листовых узлах. Их строение рассмотрите на постоянных препаратах. Оогоний расположен на клетке-ножке и состоит из одной крупной яйцеклетки, 5 коровых клеток, располагающихся спирально и срастающихся своими боками, и 5–10 клеток коронки на вершине гаметангия. Шаровидный антеридий расположен на короткой клетке-ножке. Он состоит из 8 плоских треугольных покровных клеток-щитков с характерными лучистыми утолщениями оболочки, смыкающихся своими зазубренными краями; на внутренней стороне каждого щитка находится по одной цилиндрической клетке-рукоятке; на конце рукоятки, обращенном к центру антеридия, образуется маленькая клетка-головка, на ней — шесть вторичных головок, на каждой из которых — по 4 длинных сперматогенных нитей. Молодые антеридии зеленого цвета, зрелые — кирпично-красные.



Рис. 6. Половые органы:



I – оогоний:

1 – яйцеклетка;

2 – коровые клетки;

3 – клетки коронки;

II – антеридий (общий вид)

Внутреннее строение антеридия:

1 – щиток;

2 – рукоятка;

3 – головка;

4 – вторичные головки;

5 – сперматогенные нити

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ (раздел 1)

Контрольная работа №1 предполагает знание студентами изученных на лабораторных занятиях представителей водорослей из разных систематических групп, особенностей их строения, размножения и экологии.

Для каждого представителя водорослей необходимо знать:

- латинское название вида;
- его систематическое положение (для отдела указать комбинации хлорофиллов и продукты ассимиляции);
- тип клеточного покрова;
- тип таллома;
- структуру морфологической дифференциации;
- строение конкретного представителя (рисунок с обозначениями и описанием).

Контрольная работа №2 оценивает знание студентами лекционного и самостоятельно изученного материала.

На контрольную работу выносятся:

- особенности пигментного состава водорослей разных отделов;
- основные и дополнительные продукты ассимиляции;
- типы митоза;
- типы клеточных покровов;
- типы талломов;
- структуры морфологической дифференциации;
- особенности вегетативного и бесполого размножения;
- типы полового процесса;
- основные представители отделов;
- экологические группировки водорослей.

## Бланк контрольной работы №2

1. В пигментном составе каких отделов водорослей присутствует комбинация хлорофиллов а + с:

- |               |               |                 |                    |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------|
| а) Cyanophyta | б) Dinophyta  | в) Xanthophyta  | г) Bacillariophyta |
| д) Phaeophyta | е) Rhodophyta | ж) Euglenophyta | з) Chlorophyta     |

2. В каком отделе водорослей дополнительным продуктом ассимиляции является маннит:

- |               |               |                 |                    |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------|
| а) Cyanophyta | б) Dinophyta  | в) Xanthophyta  | г) Bacillariophyta |
| д) Phaeophyta | е) Rhodophyta | ж) Euglenophyta | з) Chlorophyta     |

3. Какой тип митотического цикла у Phaeophyta:

- а) закрытый      б) полужакрытый      в) открытый

4. Как называется тип клеточного покрова, представляющий собой 2-х компонентную систему, состоящую из плазмалеммы и слоя уплощенных пузырьков, окруженных одиночной мембраной, под ней:

- |                |            |              |
|----------------|------------|--------------|
| а) плазмалемма | б) тека    | в) перипласт |
| г) пелликула   | д) чешуйки | е) оболочка  |

5. Для какого типа таллома характерны следующие признаки: большое неопределенное число клеток разных генераций, неограниченный рост, наличие органической связи между клетками в виде плазмодесм:

- |                   |                 |                 |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| а) одноклеточный  | б) колониальный | в) ценобиальный |
| г) многоклеточный | д) неклеточный  |                 |

6. Какие структуры морфологической дифференциации характерны для одноклеточного типа таллома:

- |                   |                    |                     |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| а) амебоидная     | б) коккоидная      | в) монадная         |
| г) пальмеллоидная | д) трихальная      | е) гетеротрихальная |
| ж) пластинчатая   | з) паренхиматозная | и) сифональная      |

7. У каких водорослей вегетативное размножение осуществляется гемами:

- |               |               |                 |                    |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------|
| а) Cyanophyta | б) Dinophyta  | в) Xanthophyta  | г) Bacillariophyta |
| д) Phaeophyta | е) Rhodophyta | ж) Euglenophyta | з) Chlorophyta     |

8. При каком половом процессе гаметы одинаковы по форме, размерам и подвижности:

- |                |              |                |            |
|----------------|--------------|----------------|------------|
| а) хологамия   | б) изогамия  | в) гетерогамия | г) оогамия |
| д) атактогамия | е) автогамия | ж) конъюгация  |            |

9. Как называется экологическая группа водорослей, обитающих на дне водоема:

- а) планктон      б) аэрофитон      в) бентос      г) перифитон      д) фитоэдафон

10. К какому отделу водорослей относится *Chlorella vulgaris*:

- |               |               |                 |                    |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------|
| а) Cyanophyta | б) Dinophyta  | в) Xanthophyta  | г) Bacillariophyta |
| д) Phaeophyta | е) Rhodophyta | ж) Euglenophyta | з) Chlorophyta     |

## ЗАНЯТИЕ 10

### МИКСОМИЦЕТЫ

Сборная группа, объем и положение которой в системе разными авторами понимаются по-разному. В традиционных системах миксомицеты сближают с грибами. Наиболее характерная особенность представителей группы – вегетативное тело в виде плазмодия – голого многоядерного протопласта, способного к амeboидному движению по субстрату. Эукариоты. Гетеротрофы со смешанным способом получения питательных веществ из окружающей среды – осмотротрофно и фаготрофно (голозойно); последнее – за счет мелких клеток бактерий, спор, грибов и водорослей, случайно попадающих в плазмодий при его движении.

Включают два отдела.

#### Отдел МИКСОМИКОТА (настоящие слизевики) – *MYXOMYCOTA*

Типичные миксомицеты. Вегетативное тело плазмодий, реже псевдоплазмодий (сохранение амeboидами индивидуальности после их слияния); способно к движению; остается голым в течение всего онтогенеза (за исключением стадии спорообразования).

Включает 2 класса.

#### Класс МИКСОГАСТРОВЫЕ (собственно слизевики) – *MYXOGASTEROMYCETES* (*Myxomycetes*)

Центральный класс, включает около 300 видов. Вегетативное тело – многоядерный плазмодий. В составе плазмодия около 75 % воды, а из остальной части около 30 % белков, а также гранулы запасного вещества – гликогена и пульсирующие вакуоли. Некоторые миксомицеты характеризуются наличием большого количества извести (до 28 %); у большинства в плазмодии, кроме того, находятся пигменты, придающие им различную окраску: желтую, розовую, красную, фиолетовую, почти черную. Окраска плазмодия постоянна для данного вида и на ее интенсивность влияют: величина рН, освещение, температура, концентрация питательных веществ и другие факторы окружающей среды. Кроме окраски, плазмодии разных видов отличаются формой, размерами (от нескольких миллиметров до 1 м в диаметре).

Для миксомицетов характерна реакция на раздражение в форме таксисов. В вегетативном состоянии плазмодий обладает положительным (+) гидротаксисом и отрицательным (–) фототаксисом, т.е. перемещается в затененные увлажненные места, находясь в глубине гнилых пней, под опавшей корой или опавшими листьями, в лесной подстилке, в трещинах и щелях замшелых колод. Кроме того, плазмодий обладает положительными трофотаксисом (перемещается в направлении более высокой концентрации питательных веществ) и реотаксисом (навстречу слабому току воды).

Поступательное движение плазмодия происходит вследствие однонаправленного движения протоплазмы, ее перетекания к краю, где образуется много анастомозирующих тяжей, часто сливающихся в сплошную массу. Движущаяся протоплазма образует тупые лопасти (псевдоподии), которые затем вытягиваются, ветвятся, образуя новый участок сети. Система тяжей разнообразна и лабильна; с противоположного движению конца тяжи протоплазмы вытягиваются, оставляя видимый след на субстрате. Установлено, что движение плазмодия связано с изменением вязкости специального белка – миксомиозина – при взаимодействии его с АТФ (аденозинтрифосфат).

При неблагоприятных условиях (большая сухость субстрата, низкие температуры, отсутствие пищи и т.п.) плазмодий превращается в утолщенную твердеющую массу – склеротий. Такие склеротии могут длительно сохранять жизнеспособность и при наличии благоприятных условий опять превращаться в плазмодий.

При переходе к спороношению таксисы меняются на противоположные и плазмодий перемещается на сухие освещенные места (именно здесь, на пнях, на подстилке или просто на земле и можно их увидеть). Самое простое спороношение (плазмодиокарп) представляет собой нечто вроде подушечки или лепешки. При его формировании плазмодий, не меняя формы, одевается перепончатой или хрящевой оболочкой (перидием). Более сложные спороношения представляют собой отдельные или скученные плодовые тела (спорокарпы), у одних слизевиков – на ножках, а у других – сидячие (спорангии). У некоторых слизевиков в начале закладываются отдельные спороношения, но на ранних стадиях развития они сливаются вместе (псевдоэталлии) и одеваются общей оболочкой (эталлии).

Перидий зрелого спороношения вскрывается и споры свободно рассеиваются. У большинства миксомицетов этому способствует наличие в спороношении особых нитей – капиллиция. У большинства они упруго свернуты внутри спороношения, а при вскрытии его выпрямляются, как пружина, меняют положение при изменении влажности воздуха (гигроскопические движения) и таким образом разрыхляют споровую массу, способствуя рассеиванию спор.

Споры представляют более или менее округлые клетки, имеющие твердую, гладкую или с выступами оболочку, обычно одноядерные, содержат много гликогена. Оболочка спор отдельных видов двухслойная: наружная преимущественно из целлюлозы, внутренняя – из хитина. В сухом виде споры сохраняются продолжительное время, не теряя жизнеспособности.

При благоприятных условиях споры прорастают. Если спора прорастает в воде или в питательном растворе, то из пор, имеющих в оболочке или при ее разрыве, выходят 1, 2, иногда 4 или 8 зооспор с двумя жгутиками на переднем суженном конце. (Миксомицеты – гетероконтные формы; один из жгутиков очень короткий, часто согнут и появляется не сразу). При прорастании споры просто



на влажной поверхности, в отсутствии капельно-жидкой воды, жгутики не вырабатываются и из споры выходят маленькие амебы, так называемые миксамебы. Количество зооспор и миксамеб в среде может увеличиваться, так как они размножаются продольным делением.

При достижении некоторой критической для данных условий концентрации зооспор или максамеб они начинают вести себя как гаметы, т.е. попарно копулируют. Их ядра также сливаются и образуется диплоидная миксамеба.

Развитие нового плазмодия из диплоидных миксамеб может проходить двумя путями. В одном случае (у большинства видов слизевиков) диплоидное ядро миксамебы митотически делится. Немедленно после митоза в плазмодии начинается синтез ДНК, продолжающийся в течение 1-2 часов. Таким образом увеличивается масса ядерного вещества, ядра синхронно митотически делятся и формируется вегетативный многоядерный диплоидный плазмодий.

У ряда представителей сформировавшиеся диплоидные миксамебы сливаются, образуя так называемый псевдоплазмодий. В этом случае ядра сохраняют свою индивидуальность, т.е. имеет место явление гетерокариоза.

Образовавшийся плазмодий перемещается в глубь субстрата.

Представители класса – сапротрофы, обитают на почве, лесной подстилке, на старой, гниющей древесине или других разлагающихся растительных остатках, на экскрементах травоядных животных и т.п.

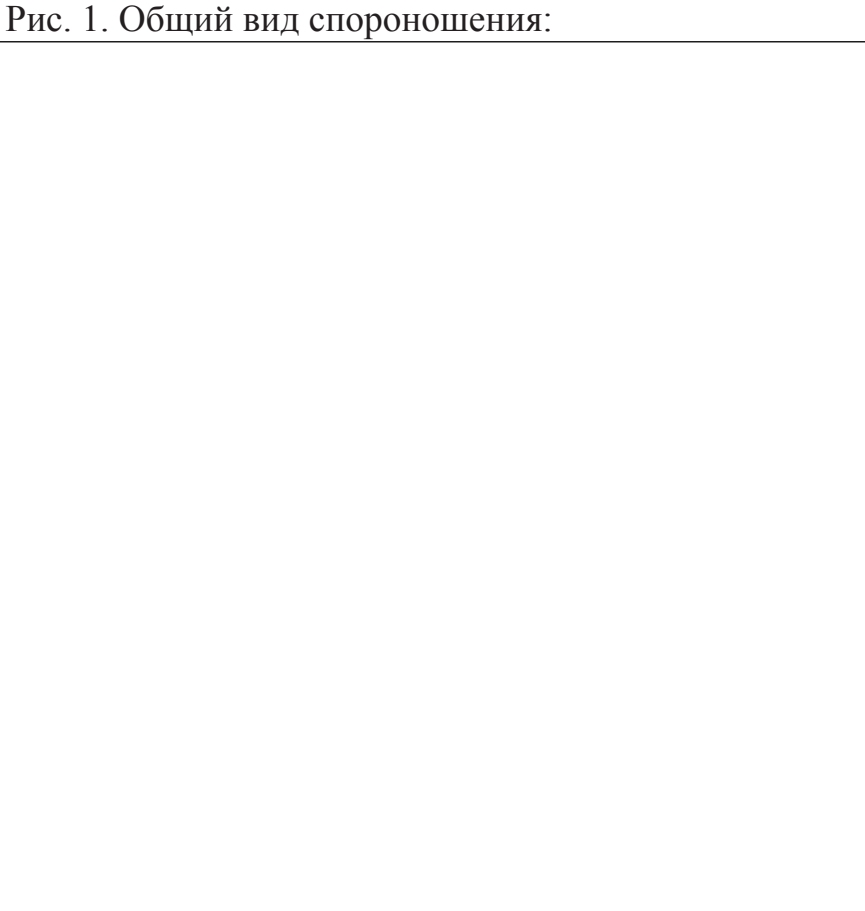
В настоящее время многие виды миксомицетов удается не только культивировать на искусственных питательных средах, но примерно 40 видов из них проходят в условиях культуры весь цикл развития. Поэтому слизевики очень ценны как объекты для различного рода исследований: биохимических, биофизических, физиологических, цитологических, генетических.

Большинство слизевиков – космополиты, т.е. распространены повсеместно, и только некоторые приурочены к тропическим и субтропическим областям. С другой стороны, имеются виды, не встречающиеся за пределами умеренных зон. Немногие виды распространены в альпийских и субальпийских областях.



Задание 1. На музейных и гербарных образцах познакомиться с наиболее типичными и распространенными представителями класса.

Типичным представителем порядка лициевых (*Liciales*) является ликогала – *Lycogala epidendrum*, встречающаяся часто и повсеместно на мертвой древесине, чаще всего на пнях. Плазмодий кораллово-красный. Спороношения (эталии) круглые, сидячие, образующиеся обычно помногу вместе, до 1,5 см в диаметре. Молодые эталии розовые, с почти гладким перидием, наполнены слизистым содержимым также розового цвета. При созревании эталии буреют, перидий их утончается. Внутри эталиев кроме спор формируется псевдокапиллий, который при разрушении перидия выступает наружу и способствует разрыхлению споровой массы и рассеиванию спор. Осторожно, влажным кончиком препаро-



Рис. 1. Общий вид спороношения:	
	1 – эталии; 2 – псевдокапиллий; 3 – споры

Стемонитис встречается, главным образом, на гниющей древесине, засохших листьях, отмерших ветвях. Плазмодий вначале белый. Коричневые цилиндрические спорангии 6–20 мм высотой формируются на черных, блестящих, довольно длинных ножках, тесно сгруппированные. Спорангий покрыт перидием. Перидий быстро исчезает и обнажается капиллиций, состоящий из темных веточек, отходящих от всей поверхности колонки и образующих вдоль всего исчезающего перидия нежную, более или менее густую сеточку, покрытую массой черных спор. Когда споры рассеиваются, спороношение имеет вид очень изящных крошечных перышек. Осторожно пинцетом перенесите в каплю воды на предметное стекло один спорангий. Накройте покровным стеклом и рассмотрите препарат на разных увеличениях.

Рис. 2. Общий вид спороношения:	Рис. 3. Строение спорангия:
	
1 – спорангий; 2 – ножка, 3 – субстрат	1 – сеть капиллиция; 2 – споры

### Отдел ПЛАЗМОДИОФРОМИКОТА — *PLASMODIOPHOROMYCOTA*

Плазмодий внутриклеточный, паразитический. Не способен к амебоидному движению. Питание исключительно осмотрфно. Известны зооспоры и покоящиеся споры. Имеют сложные циклы развития с удлинённой гаплоидной стадией. Споры развиваются из плазмодия внутри клетки организма-хозяина. Перидий и капиллиций не формируются.

Внутриклеточные паразиты цветковых растений; известны также виды, паразитирующие на водорослях, водных грибах и водных беспозвоночных.

Включает один монотипный класс.

### Класс ПЛАЗМОДИОФРОМИЦЕТЫ — *PLASMODIOPHOROMYCETES*

С признаками отдела.

### Порядок ПЛАЗМОДИОФОРОВЫЕ – *PLASMODIOPHORALES*

С признаками класса.

Задание 3. На музейных образцах и готовых препаратах познакомиться с плазмодиофорой – *Plasmodiophora brassicae*. Выполнить рис. 5 и проставить обозначения.

Одним из типичных, хорошо изученных представителей группы является плазмодиофора – возбудитель заболевания, известного под названием капустной “килы”. Плазмодиофора поражает представителей семейства крестоцветных – капусту, репу, редьку, турнепс, а также сорные растения – горчицу полевую и редьку дику (постоянных носителей и источников инфекции на полях и огородах).

Споры паразита прорастают при наличии оптимальных значений темпе-

ратуры, влажности и стимулирующем действии экзометаболитов корней соответствующих видов растений. Из спор образуются двужгутиковые зооспоры, которые либо сами заражают растение, либо превращаются в миксамебы, также заражающие растение. Заражение происходит через корневые волоски, где происходит слияние миксамеб (без слияния ядер) и формирование первичного гаплоидного плазмодия. В результате ряда митозов число ядер в таком плазмодии увеличивается и он превращается в гаметангий. Образовавшиеся гаметы выходят в почву и попарно копулируют, образуя подвижную двужгутиковую клетку, которая вновь внедряется в корень и здесь в клетках коровой паренхимы в результате множественного митоза и последующего слияния ядер формируется вторичный диплоидный плазмодий, который и вегетирует в клетках пораженного растения. Присутствие плазмодия паразита вызывает увеличение размеров клеток (гипертрофию) и усиленное их деление (гиперплазию), при этом плазмодий паразита оказывается и в дочерних клетках. За счет этих процессов на корнях появляются опухоли разнообразной формы, размером от горошины до кулака. В конце вегетационного периода ядра плазмодия редукционно делятся и весь плазмодий распадается на массу мелких спор. При сгнивании корней споры попадают в почву, где сохраняются годами, не теряя способности к прорастанию.

Рассмотрите срез через пораженный корень капусты при малом увеличении. Обратите внимание на сильно увеличенные клетки с темным зернистым содержанием. Это клетки, внутри которых находится паразит. При большом увеличении рассмотрите содержимое пораженных клеток.

Рис. 4. Общий вид пораженного растения:

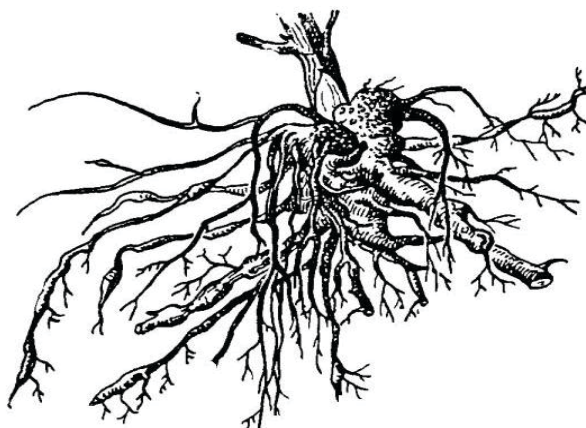


Рис. 5. Срез через пораженный корень:

1 – здоровые клетки паренхимы корня;  
2 – пораженные клетки

## Отдел ООМИКОТА — ООМУСОТА

Включает около 700 видов с развитым неклеточным мицелием или ризомицелием; вегетативная фаза диплоидна. Бесполое размножение зооспорами. Половой процесс изогамия или оогамия (в отличие от типичной оогамии содержимое антеридия не дифференцируется на гаметы; функцию мужских гамет выполняют антеридиальные ядра). Запасное вещество — миколаминарин.

Водные и наземные формы; в пределах группы четко прослеживается адаптация к наземному образу жизни. Сапротрофы, паразиты (факультативные и облигатные).

Включает два класса.

## Класс ООМИЦЕТЫ — ООМУСЕТЕС

Мицелий хорошо развит, многоядерный, диплоидный, неклеточный, с неограниченным верхушечным ростом. Зооспорангии образуются на концах вегетативных гиф (зооспоры дифференцируются) или конидиеносцев (зооспоры не дифференцируются, зооспорангии прорастают непосредственно ростковой трубкой как конидии).

Включает 4 порядка.

## Порядок САПРОЛЕГНИЕВЫЕ — SAPROLEGNIALES

Объединяет около 100 видов, преимущественно водных сапротрофов. Характерно явление дипланетизма: наличие в цикле развития вида двух типов зооспор, отличающихся морфологически и функционально. Из зооспорангия выходят первичные зооспоры (голые, грушевидной формы, с гетероморфными гетероконтными жгутиками на переднем конце), выполняющие функцию распространения. После короткого периода активного движения (~ 30 минут) первичные зооспоры останавливаются, сбрасывают жгутики и вырабатывают оболочку (инцистируются). Через непродолжительное время оболочка лопается и из нее выходят вторичные зооспоры: почковидной формы с боковым расположением жгутиков на вогнутой стороне. Вторичные зооспоры после более или менее длительного периода активного движения, привлекаемые продуктами разложения (хемотаксис), оседают на субстрат, сбрасывают жгутики и прорастают в мицелий.

При неблагоприятных условиях (экстремальные значения температуры, отсутствие воды) мицелий распадается на отдельные неправильной формы участки — геммы (хламидоспоры), выполняющие функции вегетативного размножения и перенесения неблагоприятных условий.

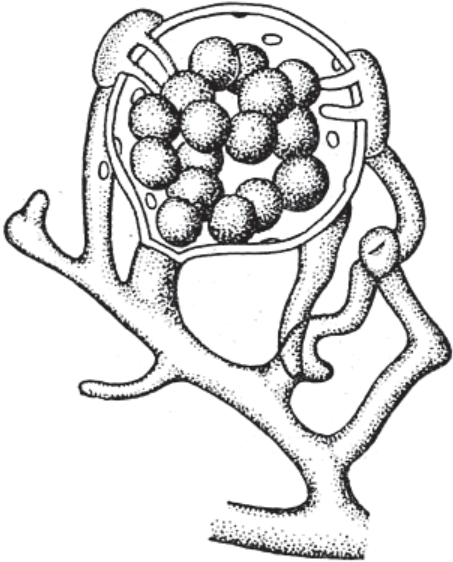
Широко распространены в пресных водоемах (реже в морской воде); развиваются как сапротрофы на органических остатках или паразитируют на водорослях, водных грибах, рыбьей молоди, икре рыб и лягушек, ослабленной рыбе.

Задание 4. На живом и фиксированном материале познакомиться с основ-

ными стадиями развития сапролегнии — *Saprolegnia ferax*. Выполнить рисунок, проставить обозначения.

Рассмотрите внимательно общий вид сапролегнии. На различных органических субстратах она образует беловато-серый пушистый налет – это мицелий сапролегнии, ее вегетативное тело, представленное системой тонких нитей – гиф. Отдельный мицелий сапролегнии вместе с субстратом поместите на предметное стекло и, не накрывая покровным стеклом, рассмотрите при малом увеличении. Обратите внимание на то, что вегетативные гифы мицелия слабо ветвятся и не имеют перегородок, т.е. мицелий сапролегнии неклеточный. Концы некоторых гиф булабовидно вздуты и имеют более густое и темное содержимое, которое отделяется перегородкой от остальной гифы. Это – зооспорангии, находящиеся в пределах одного мицелия на разных стадиях созревания. Если внимательно просматривать весь препарат, то почти всегда можно увидеть в некоторых зооспорангиях движение зооспор и выход их наружу через отверстие на верхушке зооспорангия.

Половые органы сапролегнии – оогонии и антеридии – можно рассмотреть на фиксированном материале. Оогоний в виде вздутия образуется на короткой боковой гифе, отделяясь от нее перегородкой. Округлые оогонии в зрелом состоянии содержат до 8 (иногда 16 или 32) темных шаровидных яйцеклеток. В непосредственной близости от оогониев формируются очень тонкие и быстро растущие антеридиальные гифы, которые подрастают к ним, опутывают (как пальцы теннисный мяч) их и через поры в оболочке пускают внутрь оогония трубчатые выросты – оплодотворяющие отростки. После разрыва оболочки на верхушке отростков антеридиальные ядра попадают внутрь оогония и оплодотворяют яйцеклетки. Оплодотворенные яйцеклетки одеваются плотной оболочкой и превращаются в ооспоры (зиготы); последние после периода покоя прорастают короткой ростковой трубкой, сразу же формирующей на верхушке зооспорангий.

Рис. 6. Общий вид мицелия:	Рис. 7. Половые органы:
	
1 – вегетативные гифы; 2 – зооспорангий; 3 – зооспоры	1 – оогоний; 2 – яйцеклетки; 3 – антеридий; 4 – оплодотворяющие отростки

### Порядок ПЕРОНОСПОРОВЫЕ — *PERONOSPORALES*

Объединяет около 300 видов. Мицелий всегда эндофитный, межклетный, образующий гаустории разнообразной формы. Зооспорангии отрываются целиком; зооспоры почковидные.


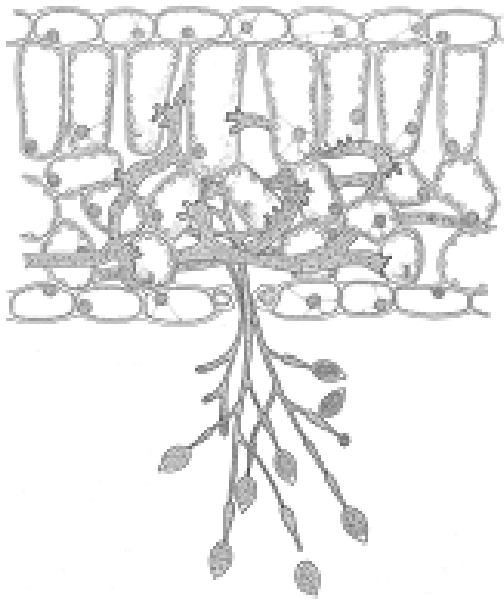
подавляющее большинство представителей порядка являются сухопутными формами, водные – единичны. Преобладают облигатные паразиты цветковых растений.

Задание 5. На фиксированном и гербарном материале познакомиться с основными стадиями развития фитофторы — *Phytophthora infestans*.

Фитофтора — широко распространенный облигатный паразит пасленовых (картофель, томаты, из дикорастущих – паслен). Первичным источником инфекции служат пораженные клубни, перезимовавшие в поле. Мицелий паразита преимущественно эндофитный, развивается в тканях органов растений (корней, стеблей, листьев, плодов). С помощью гаусторий, которые внедряются в клетки растения-хозяина, гриб поглощает питательные вещества. Рассмотрите пораженные листья и клубни картофеля. В результате гибели клеток на листьях образуются бурые некротические пятна с беловатым налетом с нижней стороны листа. Этот налет образуют многочисленные спорангиеносцы, которые высовываются наружу через устьица. На концах спорангиеносцев развиваются лимбовидные зооспорангии. В присутствии капельножидкой воды (влажное лето) спорангий прорастает 6–8 зооспорами. Зооспоры после некоторого периода активного движения прорастают ростковой трубкой, внедряющейся через устьица в ткань ли-



ста. При недостатке влаги (сухое лето) зооспорангий непосредственно прорастает ростковой трубкой, т.е. ведет себя как конидия. Спорангиеносцы способны к торсионным движениям – при изменениях влажности воздуха резко поворачиваются вдоль продольной оси, что способствует активному отрыву зооспорангиев. Попадая на землю, спорангии профильтровываются через верхние слои почвы и заражают формирующиеся клубни. На клубнях болезнь проявляется в виде свинцово-серых слегка вдавленных пятен. Попадая в хранилища, такие клубни служат источником инфекции.

Рис. 8. Общий вид пораженного растения	Рис. 9. Бесполое размножение:
	
<p>1 – некротические пятна на листьях 2 – некротические пятна на клубнях</p>	<p>1 – вегетативные гифы; 2 – спорангиеносец; 3 – зооспорангии; 4 – паренхима листа</p>

#### Отдел ЗИГОМИКОТА — ZYGOMYCOTA

Около 500 видов с неклеточным гаплоидным многоядерным мицелием. Перегородки возникают при старении мицелия, формировании репродуктивных структур, неблагоприятных условиях. Бесполое размножение спорангиоспорами, формирующимися эндогенно, в спорангиях; спорангиолями (малоспоровыми спорангиями); редко конидиями. Половой процесс редко, в форме зигогамии.



Зигота (зигоспора) после длительного периода покоя прорастает «зародышевым» спорангиеносцем со спорангием. Редукция зиготическая, при прорастании зигоспоры; реже формирование диплоидных ядер и последующий мейоз происходят в спорангии, непосредственно перед формированием первого поколения спор (мейоспоры). Известны азигоспоры.

Преобладают сапротрофы. Обитают в почве на растительных остатках, экскрементах травоядных животных; также на пищевых продуктах (хлеб, варенье, овощи, плоды); реже в сточных водах. Известны некротрофные паразиты насекомых, биотрофные паразиты грибов, а также возбудители микозов животных и человека (зигомикозы, мукомикозы).

### Класс ЗИГОМИЦЕТЫ — ZYGOMYCETES

С признаками отдела. Объединяет подавляющее большинство представителей зигомицетных грибов. Включает 6 порядков.

### Порядок МУКОРОВЫЕ — MUCORALES

Мицелий хорошо развит, способен к полиморфизму («муковые дрожжи»). Спорангии приподняты над субстратом, спорангиеносец с колонкой. Освобождение спорангиоспор пассивное, при расплывании (достаточно даже минимальной влажности выдыхаемого воздуха) или растрескивании оболочки спорангия. Иногда закрытый спорангий отстреливается от спорангиеносца. Спорангиоли и конидии известны.

Зигогамия типичная. Гомо- и гетероталлические виды. Зигоспора остается голой, только с суспензорами, или обрастает выростами (столонами) от остальной части мицелия, иногда интенсивно, вплоть до формирования своеобразных плодовых тел.

Задание 5. На живом материале и готовых препаратах познакомиться с основными стадиями развития муко́ра — *Mucor mucedo*. Зарисовать, проставить обозначения.

Рассмотрите внимательно общий вид муко́ра на хлебе. Возьмите осторожно пинцетом немного пушистого налета, поместите в каплю воды на предметное стекло, расправьте препаровальной иглой, накройте покровным стеклом и рассмотрите при малом увеличении. В препарате видно большое количество нитей, оканчивающихся шаровидным образованием. Это — спорангиеносцы со спорангиями (мицелий у муко́ра часто метаморфизирован и представлен пучком ризоидов в субстрате). При изготовлении препарата многие спорангии разрушаются, и в капле воды всегда можно видеть большое количество мелких округлых спорангиоспор, являющихся эндогенными спорами бесполого размножения.

Половой процесс у муко́ра наблюдается очень редко и получил название зигогамии. Развитие полового процесса начинается с возникновения у вегета-

тивных гиф боковых ответвлений — копулирующих отрогов, которые растут навстречу друг другу, соединяясь своими верхушками. При этом в каждом отростке (разрастанием борозды дробления) возникает поперечная перегородка, отделяющая небольшую многоядерную клетку — гаметангий. Содержимое гаметангиев сливается в крупную клетку. Последняя увеличивается в размерах, вырабатывает очень толстую темноокрашенную шиповатую оболочку и превращается в многоядерную зигоспору. Копулирующие отростки также увеличиваются в размерах и, оставаясь при зигоспоре, называются подвесками или суспензорами.

Рис. 9. Бесполое размножение:	Рис. 10. Стадии образования зигоспоры
1 – вегетативные гифы; 2 – спорангиеносец; 3 – спорангий; 4 – спорангиоспоры	1 – вегетативные гифы; 2 – копулирующие отростки; 3 – гаметангии; 4 – зигота; 5 – зигоспора; 6 – подвески (суспензоры).

## ЗАНЯТИЕ 11

### Отдел АСКОМИКОТА (Сумчатые грибы) — ASCOMYCOTA

Один из крупнейших отделов, включающий около 30% известных науке видов грибов. Основной признак группы – образование в результате полового процесса особых клеток – сумок (асков), в которых эндогенно формируются сумкоспоры (аскоспоры). Число спор в асках у большинства представителей фиксировано и обычно равно 8, реже спор может быть меньше (2) или значительно больше. По особенностям строения оболочки и ее участием (или неучастием) в освобождении аскоспор (активно или пассивно) выделяют два типа сумок: прототуникатные и

эутуникатные, последние с двумя подтипами – унитуникатные и битуникатные.

Сумки образуются непосредственно на мицелии или внутри плодовых тел, образованных плотным переплетением вегетативных гиф. По типу развития выделяют настоящие (аскокарпы) и ложные (аскостромы) плодовые тела. Половой процесс – гаметангиогамия; у наиболее примитивных представителей – соматогамия.

Бесполое размножение экзогенными спорами (конидии).

Объем<sup>3</sup> и классификация сумчатых грибов разными авторами понимаются по-разному. В данном издании принимается деление отдела на классы (от 8 до 11 у разных авторов).

### Класс ТАФРИНОМИЦЕТЫ — TAPHRINOMYCETES

Наиболее древняя и примитивная группа в составе отдела. Половой процесс известен не у всех представителей. Аскогенные гифы отсутствуют. Сумки образуются непосредственно на мицелии и располагаются тесным слоем, напоминающим гимений. Конидиальное спороношение отсутствует. Известен диморфизм: дрожжевая стадия сапротрофна, мицелиальная – паразитирует.

Класс объединяет облигатных паразитов, вызывающих различные деформации вегетативных и генеративных органов высших растений: галлы, курчавость листьев, ведьмины метлы, дутые плоды.

### Порядок ТАФРИНОВЫЕ — TAPHRINALES

С признаками класса.

Типичными представителями порядка являются паразиты дикорастущих и культивируемых плодовых деревьев, преимущественно косточковых: *Taphrina deformans*, вызывающая курчавость листьев персика, и *T. pruni* – образование «дутых слив» или «кармашков» на сливе (крупные изуродованные по форме плоды не имеют косточки, мякоть их несъедобна).

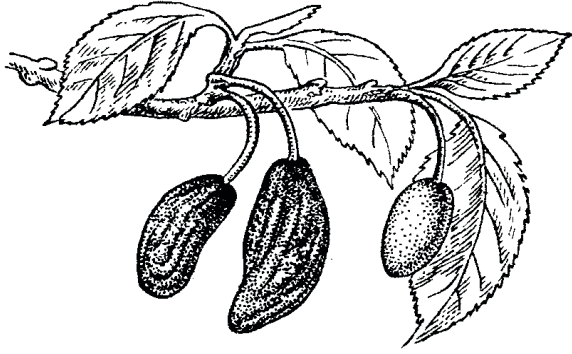
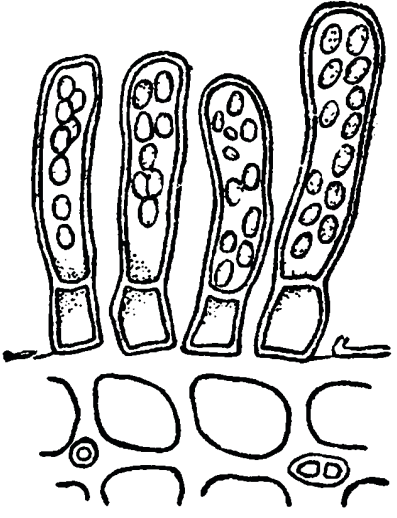
Задание 1. На гербарном и фиксированном материале познакомиться с основными стадиями развития тафрины – *Taphrina pruni*. На рис. 1, 2 проставить обозначения.

Мицелий тафрины клеточный, дикариотический, многолетний, зимующий. В пораженных растениях мицелий распространяется по межклетникам, проникает в более глубокие ткани и в почки, где и зимует. Весной из пораженных почек формируются новые побеги, все части которых оказываются инфицированными.

Непосредственно перед образованием сумок мицелий концентрируется в поверхностных тканях пораженного органа (между эпидермисом и кутикулой) и распадается на отдельные двуядерные клетки – геммы (или аскогенные клетки). В процессе роста верхушка геммы пробивает эпидермис, ядра сливаются,

3 При включении в состав Ascomycota лишайников и анаморфных стадий дейтеромицетов объем группы увеличивается на 40%.

формируется перегородка, делящая гемму на две клетки. Верхняя клетка, в которую переходит диплоидное ядро, превращается в сумку, где формируется обычно 8 сумкоспор (в результате мейоза и последующих митозов). Сумкоспоры тафрины способны почковаться как внутри сумки, так и после выхода из нее.

Рис. 1. Ветка сливы:	Рис. 2. Разрез через пораженный плод:
	
<p>1 – дутые пораженные плоды («кармашки»); 2 – здоровый плод</p>	<p>1 – сумка с сумкоспорами; 2 – клетка-ножка; 3 – эпидермис</p>

### Класс САХАРОМИЦЕТЫ (ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ) — SACCHAROMYCETES (HEMIASCOMYCETES)

Вегетативное тело в виде почкующихся клеток, очень редко гифальный мицелий; известны диморфные виды (смена почкующегося и гифального мицелия регулируется конкретными условиями среды). Известны гаплонты и диплонты.

Размножение делением клеток, почкованием, распадом гифального мицелия на отдельные клетки. Конидиальное спороношение редко, у небольшого числа видов. Половой процесс – соматогамия (копуляция двух соматических клеток и последующее развитие одиночной сумки из зиготы). Аскогенные гифы и плодовые тела отсутствуют. Сумки (прототуникатные) развиваются непосредственно на мицелии и расположены беспорядочно.

Большинство сапротрофы, обитают на богатых сахарами жидких субстратах (сок, вытекающий из ран на стволах деревьев, поверхность пней свежеспеленных деревьев), на поверхности сочных плодов, в нектарниках цветов и т.п. Известны почвенные формы, а также возбудители микозов.

### Порядок САХАРОМИЦЕТОВЫЕ — SACCHAROMYCETALES С признаками класса.

Наибольшее значение в деятельности человека имеет род сахаромисес (*Saccharomyces*), объединяющий как природные, так и «культурные» (производственные) виды. Все они способны активно сбраживать сахара с образованием большого количества этилового спирта.

Наиболее широко используется вид *S. cerevisiae* – пивные, или хлебные (пекарские), или винные дрожжи. Существуют только в виде культурных рас и применяются в хлебопечении, пивоварении и виноделии.

Задание 2. Найти в препарате и внимательно рассмотреть мицелий пекарских дрожжей — *Saccharomyces cerevisiae*. Зарисовать и проставить обозначения.

При малом увеличении микроскопа в препарате можно увидеть множество округлых или овальных клеток. Переведите микроскоп на большое увеличение и рассмотрите клетку — в ней можно различить одну или несколько вакуолей и мелкие блестящие гранулы запасных продуктов. На некоторых клетках можно увидеть вздутия различной величины — это происходит почкование, способ вегетативного размножения дрожжей. Почка растет в размерах и как бы “отшнуровывается” от материнской клетки. При благоприятных условиях клетки интенсивно делятся, образуя небольшие цепочки – почкующийся мицелий.

Рис. 3. Общий вид почкующегося мицелия:

	<p>1 – материнская клетка; 2 – вакуоль; 3 – запасные гранулы; 4 – почка</p>
--	---

Представители всех последующих классов по совокупности признаков рядом авторов выделяются в подотдел Собственно аскомицеты (Пезизомицеты) – Ascomycotina (Pezizomycotina).

Объединяет большую часть видового разнообразия сумчатых грибов. Вегетативный мицелий (трофоморфа) хорошо развит, многоклеточный (септированный), гаплоидный. Бесполое размножение конидиями. Половой процесс – гаметангиогамия. Дикариотическая фаза кратковременна, представлена аскогенными гифами. Сумки развиваются в плодовых телах.

## Класс ЭВРОЦИОМИЦЕТЫ – EUROTIOMYCETES

Наиболее примитивные в морфологическом отношении представители подотдела. Плодовые тела развиваются на мицелии, мелкие, замкнутые (клеистотеции), с беспорядочно расположенными прототуникатными сумками. Освобождение аскоспор всегда пассивное.

У большинства представителей класса сумчатая стадия встречается редко или утрачена полностью (несовершенные грибы). В жизненном цикле основное место занимает гаплоидная конидиальная (анаморфная) стадия развития.

Включает 2 порядка.

### Порядок ЭВРОЦИЕВЫЕ — EUROTIALES

Клеистотеции без перидия, со слабо развитым или чаще с хорошо развитым перидием. Конидии одноклеточные, образуются в цепочках; развиваются на особых конидиогенных клетках – фиалидах. У ряда представителей конидиеносцы могут агрегироваться в пучки – коремии.

Большинство представителей порядка – почвенные сапротрофы; составляют значительную часть микобиоты (грибного компонента) почв всех природных зон. Способны осваивать широкий спектр субстратов как естественного (растительные и животные), так и искусственного происхождения (промышленные материалы и изделия из них), формируя на поверхности налеты («плесень») зеленого, голубоватого, желтого, черного цвета. Известны термофилы. Есть возбудители микозов и микотоксикозов.

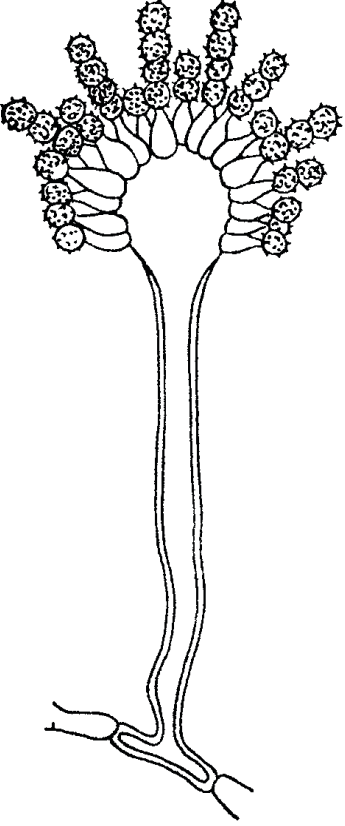
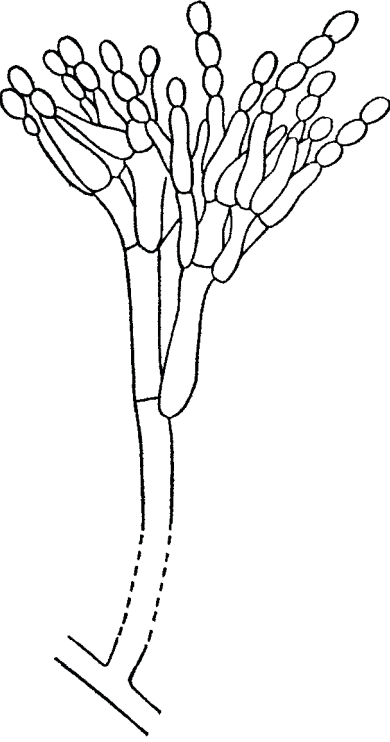
Задание 3. На культуральном материале познакомиться со строением конидиеносцев представителей формальных родов аспергилл (*Aspergillus*) и пеницилл (*Penicillium*). На рис. 4, 5 проставить обозначения.

Хорошо развитый мицелий аспергилла и пеницилла густо пронизывает субстрат и образует на его поверхности легкий «пушок» – обильный воздушный мицелий, состоящий из многочисленных конидиеносцев с конидиями. Конидии одноклеточные, образуют цепочки, иногда очень длинные.

У аспергиллов конидиеносец одноклеточный, простой, его основная ось на верхушке пузыревидно вздута. Непосредственно на пузыре располагаются бутылковидной формы клетки – фиалиды, дающие цепочки конидий («гриб-лечник»).

Пенициллы отличаются от аспергиллов кистевидным строением конидиеносца («гриб-кистевик»). Конидиеносец состоит из веточек, на которых расположены метулы с мутовками фиалид. На фиалидах образуются цепочки конидий.



Рис. 4. Строение конидиеносца аспергилла:	Рис. 5. Строение конидиеносца пеницилла:
	
1 – пузырь; 2 – фиалиды; 3 – конидии	1 – веточки; 2 – метулы; 3 – фиалиды; 4 – конидии

### Класс СОРДАРИОМИЦЕТЫ — SORDARIOMYCETES

Объединяет представителей с перитециями – полуоткрытыми плодовыми телами кувшино-, груше- или колбовидной формы, с более или менее выраженным оттянутым носиком и отверстием на верхушке. Перидий хорошо развит, темноокрашенный. Образуются перитеции на мицелии или на/в стромах. Сумки унитарные, расположены пучком или слоем на дне перитеция. Освобождение аскоспор активное. Конидиальное спороношение известно; конидиеносцы могут агрегироваться в ложа и пикниды.

Преобладают почвенные сапротрофы; обитают на растительных остатках, экскрементах травоядных животных. Известны паразиты высших растений.

Разными авторами выделяется до 8 порядков.

### Порядок ГИПОКРЕЙНЫЕ — HYPOCREALES

Перитеции с мягким или мясистым перидием яркой или светлой окраски, образуются на поверхности субстрата поодиночке или группами; или погружены в субстрат; или развиваются в стромах.

Задание 4. На гербарном и фиксированном материале и постоянных препаратах познакомиться с основными стадиями развития спорыньи — *Claviceps*




*purpurea*. Выполнить рисунки (7-8), проставить обозначения.

Вид *Claviceps purpurea* является типичным представителем семейства спорыньевых, включающего преимущественно формы, паразитирующие на цветковых растениях (злаки и осоки); реже членистоногих и грибах. Для группы характерна строгая органотропная организация. Большую роль в цикле развития играют анаморфы.

Рассмотрите предложенные вам колосья ржи. В них помимо нормальных зерновок легко можно увидеть удлиненные в виде рожков темноокрашенные образования. Это — склероции, являющиеся зимующей стадией гриба. По происхождению склероции являются метаморфозом мицелия и представляют собой плотное переплетение гиф. Весной склероции, находящиеся в почве, прорастают несколькими стромами — небольшими образованиями, состоящими из ножки и головки. На поверхности головки строма в лупу можно увидеть бугорки с выводными отверстиями перитециев. На готовых препаратах рассмотрите внутреннее строение головки строма. Центральная часть головки состоит из плектенхимы, в которую по периферии погружены перитеции — полуоткрытые плодовые тела кувшинообразной формы, выводные отверстия которых открываются наружу. Поставьте в центр поля зрения один перитеций и рассмотрите его при большом увеличении. В центре перитеция пучком расположены вытянутые в длину сумки с сумкоспорами.

Первичным источником инфекции являются склероции культурных и дикорастущих злаков, перезимовавшие в почве.

Рис. 6. Общий вид пораженного колоса ржи:	Рис. 7. Общий вид проросшего склероция:	Рис. 8. Разрез через головку строма:
		
1 — здоровые зерна; 2 — склероций	1 — склероций; 2 — строма: 2а — головка; 2б — ножка; 2в — выводные отверстия перитециев	1 — плектенхима; 2 — перитеции; 3 — сумки с сумкоспорами

<b>Схема жизненного цикла</b>

## ЗАНЯТИЕ 12

### ДИСКОМИЦЕТЫ

Сборная внесистемная группа сумчатых грибов с открытыми плодовыми телами – апотециями, реже производными апотециев – вторично замкнутыми плодовыми телами. Включает два класса.

#### Класс ПЕЗИЗОМИЦЕТЫ — PEZIZOMYCETES

Апотеции типичного строения, разной конфигурации, окраски и размера. Известны плодовые тела, четко дифференцированные на стерильную ножку и фертильную шляпку; плодовые тела, развивающиеся в почве, при созревании замыкаются («вторичные клейстотеции»). Сумки у большинства оперкулятные: при созревании сумка открывается крышечкой и споры активно выбрасываются. Конидиальное спороношение (анаморфа) редко, у небольшого числа представителей.

Подавляющее большинство – сапротрофы на различных субстратах: отмершая древесина, почва, гумус, свежий грунт (стены и обвалы недавно вырытых ям и канав); известны карбофилы и копрофилы, а также паразиты растений. Образуют эктомикоризы.

Один порядок.

## Порядок ПЕЗИЗОВЫЕ — PEZIZALES

С признаками класса.

Задание 2. На музейных и гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением плодовых тел представителя семейства пезизовые (Pezizaceae) пезизы — *Peziza badia*. Зарисовать, проставить обозначения.

У рассматриваемого вида пезизы апотеции чашевидные или блюдцевидные, сидячие, каштаново-коричневые, мясистые, размером 1-5 см в диаметре. На верхней стороне плодового тела располагается гимений. Наружная стерильная часть апотеция — эксципул — обычно состоит из двух частей: оболочки апотеция, или внешнего эксципула, и его мякоти — внутреннего (медулярного) эксципула. Плодовые тела встречаются группами на влажной почве в лесах, вдоль дорог, на опушках. Сапротрофы.

Строение гимения изучают на фиксированных образцах. Для этого часть апотеция нарезают лезвием, полученные тонкие срезы переносят на предметное стекло и рассматривают под микроскопом. Даже при малом увеличении хорошо виден палисадный слой сумок с сумкоспорами. При большом увеличении в цилиндрических сумках хорошо различимы эллипсоидные, бесцветные, одноклеточные, с 1-2 каплями масла споры. Между сумками располагаются очень тонкие, септированные, булавовидно вздутые на вершине гифы – парафизы.

Рис. 4. Общий вид апотеция	Рис. 5. Строение гимения:
1 – гимений; 2 – внешний эксципул.	1 – сумки с сумкоспорами; 2 – парафизы

Задание 3. На музейных и гербарных образцах познакомиться со строением плодового тела представителя семейства сморчковых (морхелловые – Morchellaceae) сморчка съедобного — *Morchella esculenta*. На рис. 6 проставить обозначения.

У представителей рода сморчок апотеции крупные, мясистые, полые внутри, четко разграничены на ножку и шляпку. Шляпка с многочисленными углублениями (ячейками), разделенными ребрами. Гимениальный слой выстилает только поверхность ячеек, ребра стерильны. Край ячеистой фертильной части апотеция сростается с ножкой. Строение гимения аналогично таковому у пезизы.

Микоризообразователь. Плодовые тела появляются в апреле-мае, на только что прогретой земле, в смешанных и хвойных лесах. Часто на месте старых кострищ. Съедобен.

Рис. 6. Общий вид апотеция:



- 1 – фертильная часть апотеция (ячейка с гимением);  
2 – стерильная ножка

#### Класс ЛЕОЦИОМИЦЕТЫ — LEOTIOMYCETES

Апотеции мелкие, развиваются поодиночке, на стромах или из склероциев. У ряда видов преобладает конидиальное спороношение или телеоморфа отсутствует. Сумки вскрываются трещиной или порой (иноперкулятные).

Объединяет три порядка.

#### Порядок ЛЕОЦИЕВЫЕ (ГЕЛОЦИЕВЫЕ) — LEOTIALES (HELOTIALES)

Самый крупный порядок класса. Апотеции типичного строения, сидячие или на более менее длинной ножке. Анаморфа преобладает в жизненном цикле видов, паразитирующих на растениях; у сапротрофных видов анаморфа встречается редко.

Многие представители порядка вызывают поражения различных частей вегетирующих растений и гнили овощей при хранении. Известны некротрофы.

**Задание 4.** Познакомиться с возбудителем белой гнили склеротинией – *Sclerotinia sclerotiorum*. На рис. 7 и 9 проставить обозначения.

На поверхности пораженного корнеплода развивается белый пушистый мицелий с многочисленными округлыми черными склероциями.

Склеротиния не имеет конидиального спороношения; жизненный цикл представлен чередованием мицелиальной, склероциальной и сумчатой стадий. Мицелий активно развивается на пораженных овощах (морковь, сельдерей, томаты, капуста), особенно при нарушении условий хранения. Склероции образуются в большом количестве. Для разных представителей характерны как настоящие (сложенные только гифами гриба), так и ложные (с вовлечением метаморфизированных тканей растения-хозяина) склероции. Весной склероции прорастают одним или несколькими воронкообразными апотециями, на длинной тонкой ножке. Сумкоспоры инфицируют вегетирующие растения.

Сделайте разрез склероция и рассмотрите его строение. Склероции у склеротинии настоящие.

Рис. 7. Корнеплод моркови, пораженный «белой гнилью»:



1 – склероции

Рис. 8. Разрез склероция:

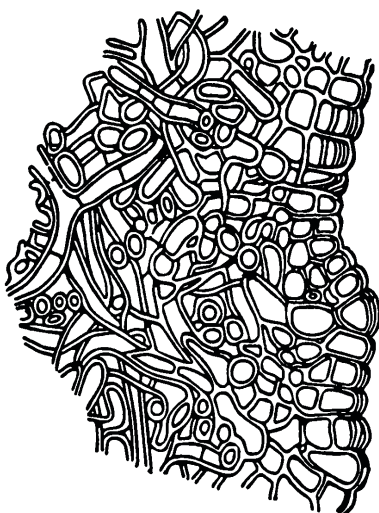


Рис. 9. Проросший склероций:



1 – склероций;  
2 – апотеции

## Класс ЭРИЗИФОМИЦЕТЫ — ERISIPHOMYCETES

Монотипный класс, включает один порядок, характеристика которого полностью соответствует характеристике класса.


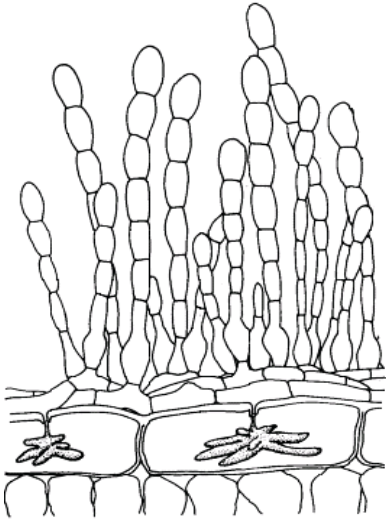

### Порядок МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ (ЭРИЗИФОВЫЕ) — ERISIPHALES

Мицелий большинства представителей порядка эктофитный, развивается на поверхности пораженных органов растений. Питание гаусториями, внедряющимися в клетки эпидермиса растения-хозяина. Конидиеносцы прямые, неразветвленные, с цепочками конидий. Плодовые тела – клейстотеции (вторично замкнутые перитеции); сумки унитарные, расположены пучком или слоем; известны виды с одной сумкой. Освобождение аскоспор активное. Перидий клейстотециев двухслойный; от внешнего слоя формируются придатки, или аппендиксы, форма которых специфична на уровне родов. Сумки у мучнисторосяных созревают осенью, а у многих представителей – только весной.

Задание 1. На музейных и гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться с основными стадиями развития сферотеки — *Sphaerotheca mors-uvae*. Выполнить рисунок и проставить обозначения.

Сферотека является возбудителем мучнистой росы крыжовника. Внимательно рассмотрите гербарные и фиксированные образцы листьев и плодов пораженных растений крыжовника. На разных стадиях поражения на различных частях растения образуются беловатые участки. Осторожно в каплю воды на предметное стекло соскоблите немного беловатого налета, накройте покровным стеклом и рассматривайте при малом, а затем — при большом увеличении. На сплетении вегетативных гиф мицелия можно увидеть большое число коротких, отходящих вертикально вверх веточек — конидиеносцев. От последних отчленяются конидии — экзогенные споры бесполого спороношения. На более поздних стадиях развития паразита пятна на пораженном растении (обычно на плодах) приобретают черный цвет. Приготовьте препарат из черного налета. При малом увеличении хорошо видны черные или темно-коричневые образования шарообразной формы — клейстотеции, внутри которых развивается одна сумка с 8 сумкоспорами. Наружный слой перидия клейстотециев образован многоугольными коричневыми клетками, от которых отходят длинные, извилистые, септированные придатки.

Признаки болезни появляются на растениях с конца мая. Первичным источником инфекции являются сохранившиеся на почве пораженные листья и плоды предыдущего вегетационного периода.

Рис. 1. Общий вид пораженного растения крыжовника:	Рис. 2. Конидиальное спороношение:	Рис. 3. Сумчатое спороношение:
		
1 – некротические пятна	1 – вегетативные гифы; 2 – конидиеносцы; 3 – конидии; 4 – паренхима листа; 5 – гаустории	1 – клейстотеции; 2 – придатки; 3 – сумка, 4 – сумкоспоры

### Отдел БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ (Базидиомикота) — BASIDIOMYCOTA

Отдел включает около 30% видового разнообразия грибов. Основной признак отдела – формирование в результате полового процесса особой клетки – базидии, на которой экзогенно формируются базидиоспоры (мейоспоры).

Мицелий многоклеточный (септированный), двух типов: одноядерный, гаплоидный, кратковременный (первичный) и дикариотичный (вторичный), многолетний, занимающий основное место в жизненном цикле.

Половой процесс – соматогамия. Базидии развиваются различно:

- непосредственно на мицелии;
- прорастают из покоящейся структуры;
- на поверхности либо внутри плодовых тел в виде гимениального слоя.

Конидиальное спороношение редко.

Весьма разнообразны по образу жизни. Известны сапротрофы из разных эколого-трофических групп. Большое число паразитов, преимущественно растений, реже – животных и грибов. Микоризообразователи.

Включает 3 класса.



## Класс УРЕДИНОМИЦЕТЫ (Телиомицеты) — UREDINOMYCETES (Teliomycetes)

Базидия разделена перегородками (фрагмобазидия), образуется из прорастающих покоящихся одно-, двух- или многоклеточных телиоспор, возникающих на мицелии как специальное образование.

Включает 2 порядка.

### Порядок РЖАВЧИННЫЕ — UREDINALES

Порядок объединяет облигатных паразитов высших растений, вызывающих местное поражение листьев и стеблей в виде пятен или полос ржаво-бурого цвета («ржавчина»). Характерными отличительными особенностями представителей порядка является также чередование в жизненном цикле нескольких видов спороношений (плеоморфизм) и смена питающих растений-хозяев.

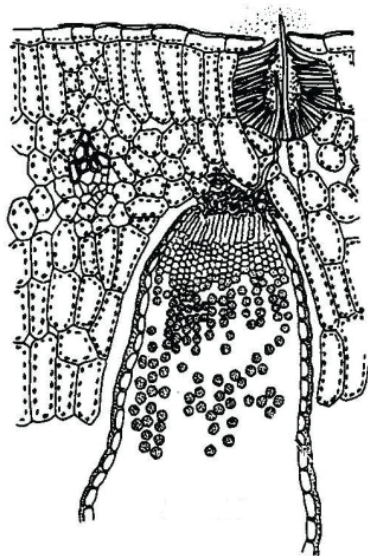
#### Типы спороношений ржавчинных грибов (в полном жизненном цикле) (Белякова и др., 2006)

Обозначение	Название спороношения	Название спор
0	Пикний (спермогоний, пикнида)	Пикниоспора (спермаций)
I	Эций (эцидий)	Эциоспора (эцидиоспора)
II	Урединий (уредоспороношение)	Урединоспора (уредоспора)
III	Телий (телейтоспороношение)	Телиоспора (телейтоспора)
IV	Базидия	Базидиоспора

**Задание 1.** На гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться с основными стадиями развития возбудителя стеблевой (линейной) ржавчины злаков — *Puccinia graminis*.

Получив гербарий с растениями злака и барбариса, обратите внимание на внешний вид спороношений. Весной, перезимовавшие на листьях злака двухклеточные телиоспоры гриба, прорастают базидиями с базидиоспорами. Попадая на лист барбариса, базидиоспоры формируют гаплоидный мицелий, дающий два спороношения. На верхней стороне листа формируются бутылковидные структуры, погруженные в ткань листа, – пикниды (спермогонии), в полости которой развиваются мелкие гаплоидные пикниоспоры (спермации). При слиянии «+» и «–» пикниоспор развивается дикариотический мицелий, формирующий второе спороношение – эцидий. Незрелый эцидий имеет округлую форму за счет разрастания ткани листа под действием гриба и вначале покрыт перидием. После созревания эцидиоспор перидий разрывается и споры разносятся ветром.

Рис. 1. Разрез через пораженный лист барбариса:

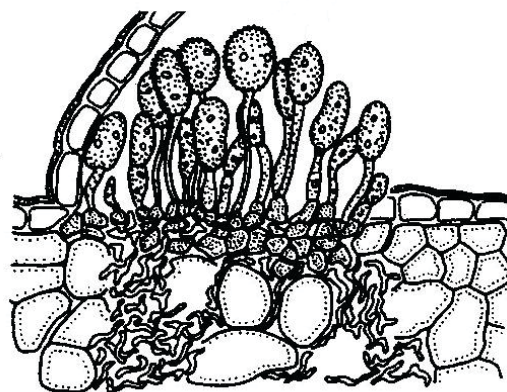


- 1 – ткань листа;
- 2 – пикнида с пикниоспорами;
- 3 – эцидий;
- 4 – эцидиоспоры

Для дальнейшего развития гриба необходимо, чтобы эцидиоспоры попали на растения из семейства злаков, где они прорастают ростковой трубкой, через устьица проникают вглубь ткани листа и образуют межклеточный дикариотический мицелий. Через некоторое время здесь формируются урединии с двудерными оранжевыми уредоспорами (или летними спорами), которые на листьях злака выглядят как короткие полоски ржаво-бурого цвета.

Рис. 2. Пораженный лист злака с уредоспороношением:


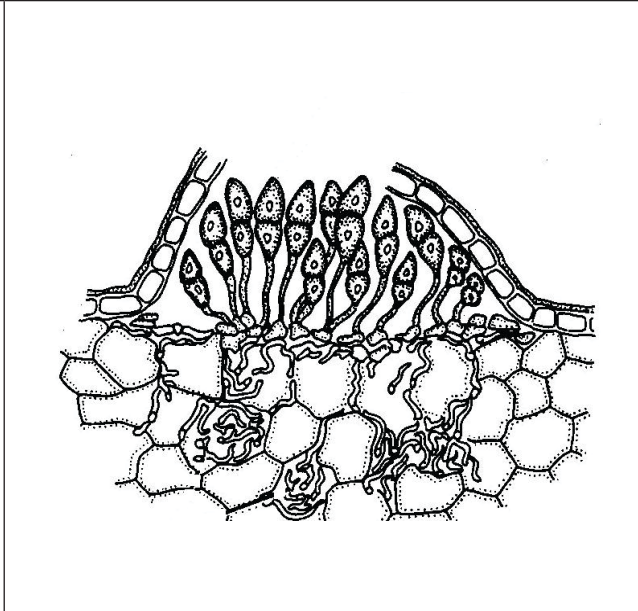
Рис. 3. Строение урединия:



- 1 – лист злака; 2 – урединии

- 1 – уредоспоры; 2 – ткань листа злака;
- 3 – эпидерма листа

К концу лета окраска пораженных участков листьев злаков становится черно-бурой, так как летнее уредоспороношение сменяется на том же мицелии зимующим телейтоспороношением.

Рис. 4. Пораженный лист злака с телейтоспороношением:	Рис. 5. Строение телия:
	
1 – лист злака; 2 – телии	1 – телиоспоры; 2 – ткань листа злака; 3 – эпидермис листа

Класс УСТИЛАГИНОМИЦЕТЫ (Устомицеты) — USTILAGINOMYCETES (Ustomycetes)

Базидия (фрагмобазидия) развивается из покоящейся одноклеточной споры – устоспоры, возникающей в результате обособления отдельных частей (клеток) ранее существовавшего мицелия.

Включает 2 порядка.

#### Порядок ГОЛОВНЕВЫЕ — USTILAGINALES

Мицелий дикариотичный, эндофитный, преимущественно межклетный, диффузный или локальный. На определенной стадии развития весь мицелий (или только его часть) распадается на отдельные клетки, развивающиеся в головневые споры – устоспоры (покрыты темно-окрашенной плотной оболочкой). Устоспоры прорастают септированной фрагмобазидией или одноклеточной холобазидией сразу же или после периода покоя. Инфекцию несет исключительно дикарион.

Восстановление дикарионта (дикариотизация) у разных представителей порядка проходит по-разному: с формированием базидиоспор, которые:

- ✓ непосредственно копулируют между собой через анастомозы;
- ✓ не способны к копуляции, но способны почковаться и копулируют производные клетки (споридии) разных знаков («+» и «-»);

- ✓ прорастают гаплоидным первичным мицелием (типичным для базидиомицетов), вегетативные клетки которого сливаются (через анастомозы).

и без формирования базидиоспор. В этом случае дикариотизация происходит непосредственно на базидии, при переходе гаплоидного ядра в соседнюю клетку базидии или в другую базидию (через анастомозы).

Исключительно облигатные паразиты (биотрофы) высших растений из разных семейств (преимущественно однодольных). Головневые заражают молодые проростки, рыльца пестиков у цветущих растений или меристематические ткани (зоны роста) любых органов растений.

Задание 2. Рассмотреть и зарисовать растения, пораженные разными представителями порядка. Составить схемы циклов развития с обозначением смены ядерных фаз для головневых грибов с инфекцией через воздух, через почву и типа пузырчатой головни.

Заражение формирующейся зерновки через воздух в период цветения растения характерно для возбудителя пыльной головни пшеницы — *Ustilago tritici*. Рассматривая пораженные растения, можно видеть, что у колоса остаются только осевая часть и деформированные колосковые чешуи после распыления массы устоспор, сформировавшихся вместо зерновок.

Рис. 6. Схема жизненного цикла *Ustilago tritici*:



1 – общий вид пораженного растения; 2 – устоспоры; 3 – цветок здорового растения пшеницы; 4 – базидия; 5 – копуляция клеток базидии; 6 – зараженная дикариотическим мицелием зерновка

Заражение через почву при одновременном прорастании зерна и устоспор паразита характерно для возбудителей твердой головни пшеницы — *Tilletia caries*.

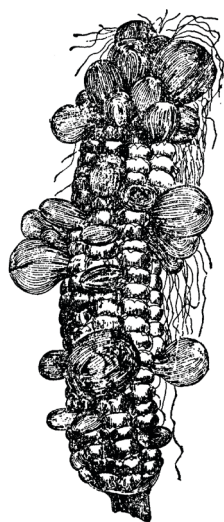
При поражении твердой головней, в отличие от пыльной, общий облик колоса сохраняется, так как сохраняются покровы зерновок, и устоспоры, замещающие в пораженной зерновке эндосперм, высвобождаются только при механическом разрушении покровов (при обмолоте колосьев в период уборки урожая).

Рис. 7. Схема жизненного цикла *Tilletia caries*:



1 – общий вид пораженного растения; 2 – устоспоры; 3 – базидия; 4 – копуляция базидиоспор; 5 – заражение проростка дикариотическим мицелием

Для возбудителя пузырчатой головни кукурузы — *Ustilago maydis* — характерно местное (локальное) заражение разных органов в течение всего вегетационного периода, но преимущественно заражаются молодые растущие ткани. Болезнь проявляется в виде местного разрастания тканей – галлов – за счет действия фитогормонов гриба. Могут поражаться стебли (интеркалярная меристема в основании междоузлия, прикрытая влагалищем листа), мужские цветки в метелках, отдельные зерновки в початках. Пораженных зерновок, достигающих иногда размеров кулака, может быть много, и в этом случае весь початок уродливо разрастается (гипертрофия и гиперплазия клеток). Позднее в галлах формируются темные многочисленные устоспоры.

Рис. 8. Схема жизненного цикла *Ustilago maydis*:

### ЗАНЯТИЕ 13

#### Класс СОБСТВЕННО БАЗИДИОМИЦЕТЫ — *BASIDIOMYCETES*

Самый крупный класс, включающий около 70% видового состава отдела.

Базидии двух типов: одноклеточные гомобазидии (голубазидии); реже гетеробазидии, состоящие из двух разных по происхождению частей. Развиваются базидии всегда на/в специальных плодовых телах (базидиомах) различной формы и строения, сложенных дикариотическим мицелием. Характерно наличие пряжек на мицелии.

Преимущественно сапротрофы; много микоризообразователей; реже – паразиты растений и грибов; известны виды, патогенные для человека и животных.

Выделяют 3 подкласса.

#### Подкласс ГЕТЕРОБАЗИДИОМИЦЕТЫ – *HETEROBASIDIOMYCETIDAE*

Плодовые тела образуются, часто студенистой консистенции (в условиях повышенной влажности). Базидии одноклеточные, редко многоклеточные, делятся на две части – гипобазидию и эпибазидию. Базидиоспоры прорастают вторичными конидиями.

Большинство представителей – сапротрофы на растительном субстрате.



Включают 4 порядка.

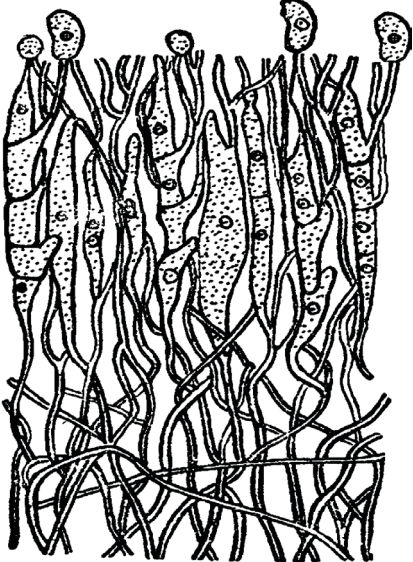
### Порядок АУРИКУЛЯРИЕВЫЕ — *AURICULARIALES*

Плодовые тела крупные, формой напоминающие ухо человека, студенистые.

Задание 1. На музейных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением плодового тела аурикулярии пленчатой – *Auricularia mesenterica*.

Плодовые тела аурикулярии распростерты, уховидные, развиваются на гниющей древесине широколиственных пород, чаще всего вязов. Верхняя поверхность бархатистая, рыжевато-коричневая, с концентрическими кругами. Гименофор волнисто-ребристый или жилковатый, рыхлый. Строение гимения рассмотрите на постоянных препаратах.

Некоторые виды рода *Auricularia* культивируются и используются в пищу.

Рис. 1. Общий вид плодового тела:	Рис. 2. Строение гимения:
	
1 – гименофор	1 – многоклеточная базидия; 2 – базидиоспора, 3 – стеригма

### Подкласс ГОМОБАЗИДИОМИЦЕТЫ — *HOMOBASIDIOMYCETIDAE*

Базидии одноклеточные, располагаются беспорядочно на образующих их гифах или формируют гимений. Часть плодового тела, на котором развивается гимений, называется гименофором; его стерильная часть – трама.

По типу плодовых тел (гимениальные или гастеральные) порядки объединяются в 3 внесистемные группы – афиллофороидные, агарикоидные (гименомицеты в традиционных системах) и гастероидные (гастеромицеты) базидиомицеты. Число выделяемых порядков как в отдельных группах, так и в целом в подклассе различно в разных системах.



## АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ

Плодовые тела разнообразны по форме (распростертые, копытовидные и т.д.) и длительности существования (однолетние, многолетние). Гименофор разнообразный, но не пластинчатый.

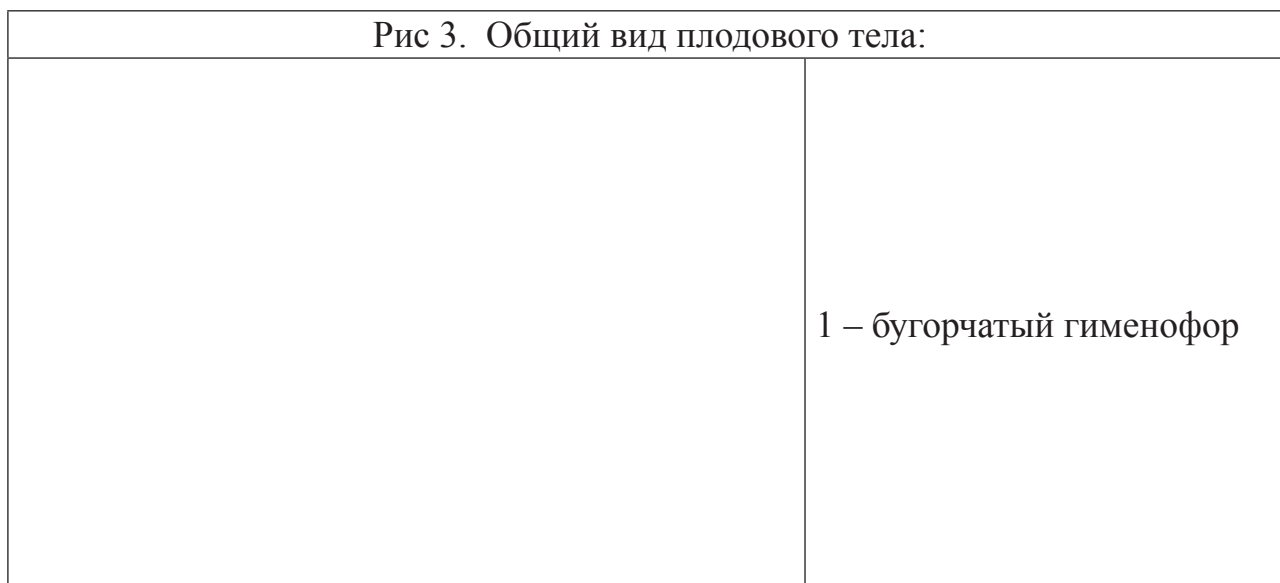
### Порядок ТЕЛЕФОРОВЫЕ — THELEPHORALES

Включает представителей с коричневыми или бурыми базидиоспорами с хорошо выраженной орнаментацией оболочки (шипики, выросты). Плодовые тела разнообразной формы. Гименофор гладкий или шиповатый.

Задание 2. На музейных образцах познакомиться со строением плодового тела телефоры наземной – *Thelephora terrestris*.

Плодовые тела телефоры встречаются на поверхности почвы в сухих сосновых лесах, особенно на лесосеках. Они имеют форму раковин или почти воронковидные, кожистые, темно-коричневые, с бугорчатым сероватым гименофором на нижней стороне. Подстилочный сапротроф. Микоризообразователь. Не являясь паразитом, может вызывать гибель растений, например, обволакивая плодовым телом в процессе его формирования сеянцы сосны, а также травянистые формы.

Рис 3. Общий вид плодового тела:



### Порядок ПОРИЕВЫЕ (Трутовиковые) — *PORIALES*

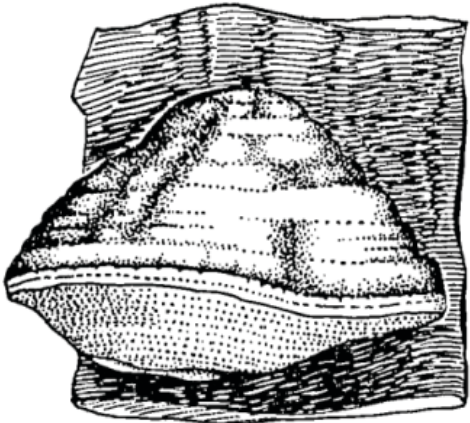
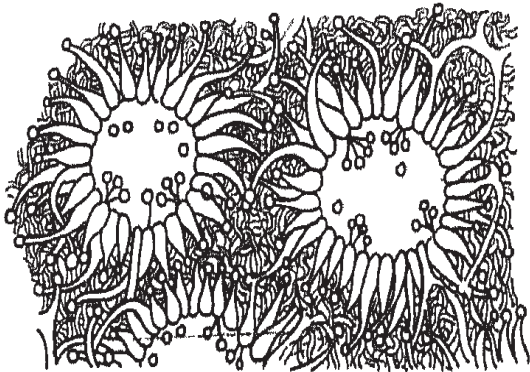
Сборная группа, объединяющая большую часть афиллофороидных базидиомицетов, т.н. трутовые грибы, или трутовики. Плодовые тела разнообразны по форме и консистенции, однолетние и многолетние. Тип гименофора трубчатый или производные от него. Базидиоспоры с тонкими стенками, неокрашенные, без орнаментации.

Большинство представителей порядка ксилотрофы, факультативные (раневые) паразиты широколиственных пород деревьев; поселяются также на мертвой древесине (пни, валежник, сухостой).

**Задание 3.** На музейных образцах и постоянных препаратах познакомиться с разнообразием строения плодовых тел трутовиковых грибов. Выполнить рисунок 6, проставить обозначения.


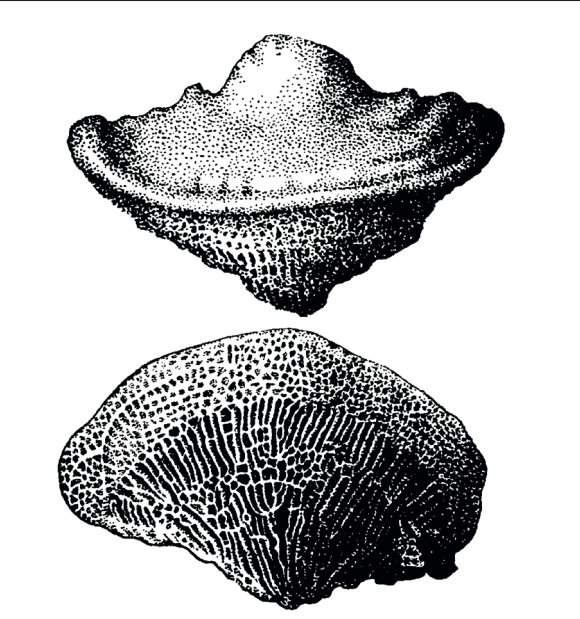
Трутовик настоящий — *Fomes fomentarius* — имеет многолетние тела правильной копытообразной формы, с ясно выраженной зональностью, широким основанием и трубчатым гименофором. Гименофор ежегодно образует новые слои. Весной прошлогодние трубочки зарастают слоем мицелия и формируются новые трубочки, начинающие функционировать в начале или в середине лета. Ежегодный прирост гименофора хорошо заметен по зонам на поверхности плодового тела и на продольном разрезе. Вызывает белую гниль древесины.

Со строением трубчатого гименофора следует познакомиться на постоянных препаратах. При малом увеличении видно, что гименофор состоит из плектенхимы и пронизан отверстиями. Отверстия — это разрезанные поперек трубочки, вся внутренняя поверхность которых выстлана гимением.

Рис. 4. Общий вид плодового тела:	Рис. 5. Строение трубчатого гименофора:
	
1 – трубчатый гименофор	1 – плектенхима; 2 – гимений

Трутовик чешуйчатый — *Polyporus squamosus* — имеет однолетние плодовые тела с дифференцированной боковой ножкой. С нижней стороны шляпки расположен ячеистый гименофор. Молодые плодовые тела чешуйчатого трутовика съедобны. Встречается на живых и мертвых стволах широколиственных пород, вызывает белую центральную гниль.

Дубовая губка — *Daedalea quercina* — с многолетними плодовыми телами в виде шляпки, прикрепленной боком к субстрату, пробковой консистенции. Гименофор лабиринтовидный, в виде продолговатых извилистых ходов, образованных сросшимися пластинками. Поселяется на пнях и мертвых стволах дуба, бука, каштана, хотя иногда встречается и на живых деревьях.

Общий вид плодовых тел трутовиков	
Рис. 6. <i>Polyporus squamosus</i>	Рис. 7. <i>Daedalea quercina</i>
	
1 – шляпка; 2 – ячеистый гименофор; 3 – боковая ножка	1 – лабиринтовидный (дедалеевидный) гименофор

## ЗАНЯТИЕ 14

### АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ

Плодовые тела мягкие, чаще мясистые, недолговечные и обычно легко гнивающие, состоят из ножки и шляпки. Гименофор развивается на нижней стороне шляпки, пластинчатый, редко трубчатый. Закладывается открыто (гимнокарпный тип развития) либо закрыт защитной пленкой – частным покрывалом (гемиангиокарпный тип развития). В последнем случае молодое плодовое тело может быть полностью закрыто защитной пленкой – общим покрывалом; у ряда представителей одновременно имеется и общее, и частное покрывала.

Почвенные сапротрофы или паразиты-ксилотрофы. Микоризообразователи; как правило, приурочены к определенным видам древесных пород. Включают большинство лесных съедобных и ядовитых грибов.

### Порядок АГАРИКОВЫЕ — *AGARICALES*

Гименофор пластинчатый; пластинки радиально расходятся от ножки.

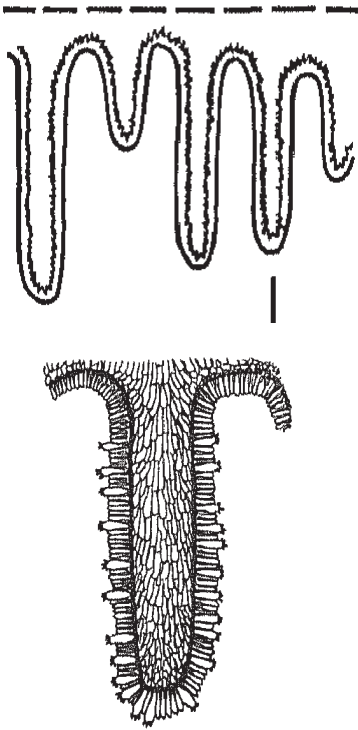
Сапротрофы (гумусовые, подстилочные, ксилотрофные); известны паразиты грибов. Много микоризообразователей.

Задание 1. Рассмотреть и зарисовать строение плодового тела типичного представителя порядка шампиньона двуспорового — *Agaricus bisporus*.

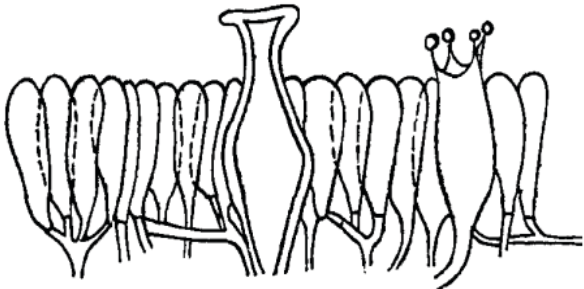
Шляпка плодового тела округлая, с загнутым краем и остатками частного покрывала на нём в виде тонких хлопьев. Мякоть плотная, сочная, на изломе розовеющая. Молодые пластинки розовые, зрелые – тёмно-коричневые, с фиоле-

товым оттенком. Ножка гладкая, цилиндрическая, заполненная или почти полая, с хорошо выраженным кольцом.

Строение пластинчатого гименофора рассмотрите на постоянных препаратах. Продольный разрез через пластинчатый гименофор напоминает гребень, зубцы которого – это разрезанные вдоль пластинки. Сами пластинки состоят из особой стерильной ткани – трамы.

Рис. 1. Общий вид плодового тела:	Рис. 2. Строение пластинчатого гименофора:
	
1 – пластинчатый гименофор; 2 – кольцо (частное покрывало)	1 – trama; 2 – гимений.

При большом увеличении микроскопа можно рассмотреть строение гимения, в котором располагаются базидии со стеригмами и сидящими на них базидиоспорами, а также парафизы (стерильные гифы) и цистиды, защищающие гимений от соприкосновения с другими поверхностями.

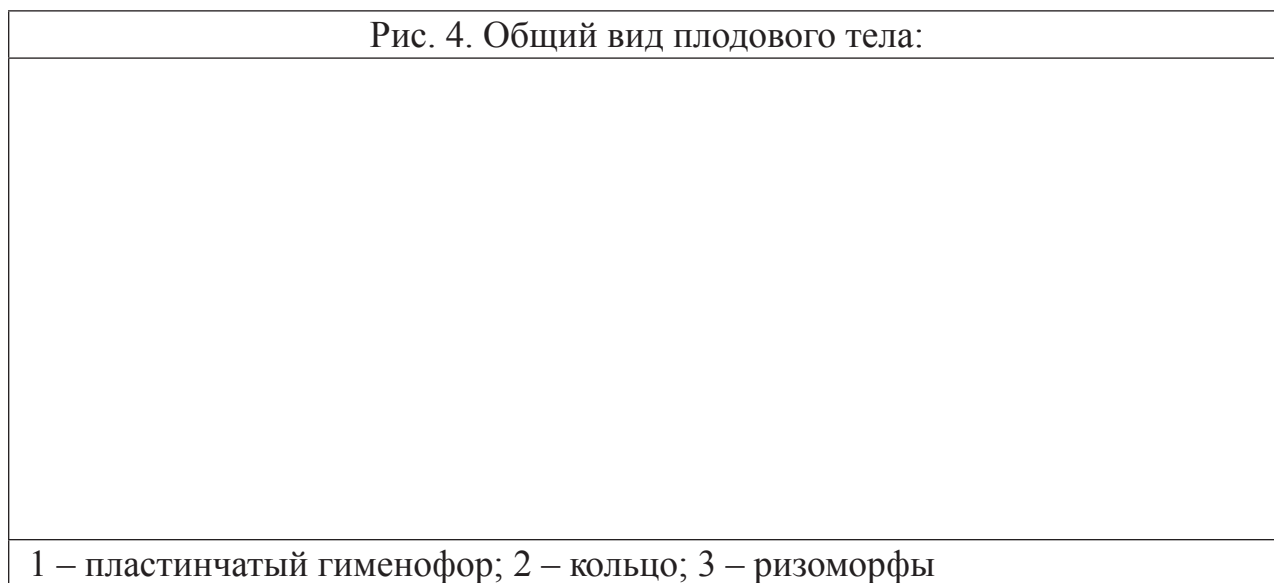
Рис. 3. Строение гимения:	
	1 – парафизы; 2 – цистиды; 3 – базидия; 4 – стеригмы; 5 – базидиоспоры

Задание 2. Рассмотреть и зарисовать строение плодового тела опенка настоящего (или осеннего) – *Armillariella mellea*.

Одним из широко известных факультативных паразитов среди агарикоидных шляпочных базидиомицетов является опенок настоящий, который поселяется на корнях и стволах живых деревьев. На пораженных опенком деревьях под корой можно обнаружить многолетние, мощные, хорошо развитые ризоморфы – видоизменения мицелия. Гифы их наружных слоев имеют утолщенные, часто темноокрашенные стенки и выполняют защитную функцию, а внутренние бесцветные тонкостенные гифы – проводящую. Распространяясь по зараженному стволу дерева вниз, ризоморфы выходят в почву и через корни заражают здоровые деревья, как расположенные вблизи, так и на значительном расстоянии. Сеть ризоморф одного индивидуума может занимать площадь в десятки гектар.

Шляпка опенка 2-10 см, выпуклая до плоской, окрашена в различные оттенки от медово-коричневого до зеленовато-оливкового, на поверхности с редкими светлыми чешуйками. Мякоть плотная, беловатая, ножки волокнистые, у старых грибов грубой консистенции. У молодых плодовых тел пластинчатый гименофор закрыт беловатым частным покрывалом, которое у взрослых грибов остается в виде кольца на ножке. Плодовые тела опенка, срастаясь основаниями ножек, встречаются преимущественно группами (семьями).

Рис. 4. Общий вид плодового тела:



### ГАСТЕРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ

Плодовые тела различной формы, замкнутые; наземные, полупогруженные или подземные; состоят из глебы (спороносной, фертильной части) и трамы (стерильной части). Споры освобождаются после полного или частичного разрушения перидия – оболочки плодового тела.

Большинство сапротрофы (гумусовые, подстилочные, ксилотрофные). Известны микоризообразователи.

Группа включает от 9 до 12 порядков.

### Порядок ДОЖДЕВИКОВЫЕ – *LYCOPERDALES*


Плодовые тела сидячие, на ложной или настоящей ножке. Перидий одно- или многослойный. Глеба полностью обнажается только при полном созревании спор; включает, помимо спор, стерильные нити капиллиция, которые способствуют разрыхлению споровой массы и более эффективному их освобождению.

Задание 3. Рассмотреть и зарисовать строение плодового тела дождевика шиповатого — *Lycoperdon perlatum*.

Плодовые тела белые, обратногрушевидной формы, съедобны **в молодом!** состоянии (на разрезе белые, без желтоватых пятен, однородной плотной консистенции). Снаружи плодовое тело покрыто перидием, который разрывается на вершине при полном созревании базидиоспор. Стерильное основание плодового тела вытянуто в ножку; верхняя расширенная часть занята глебой, где формируются полости – камеры, на стенках которых созревают базидиоспоры. Это один из типов закладки глебы гастероидных базидиомицетов – камеральный.

Белая глеба молодых плодовых тел по мере формирования базидий и созревания базидиоспор вначале желтеет (в этой стадии гриб уже **несъедобен!**), затем буреет и становится рыхлой.

Препаровальной иглой аккуратно перенесите на предметное стекло небольшую часть глебы. Под микроскопом обратите внимание на форму и окраску базидиоспор, строение капиллиция.

Рис. 5. Внешний вид плодового тела:	Рис. 6. Внутреннее строение плодового тела (схема):	Рис. 7. Строение глебы:
		
1 – перидий	1 – бесплодная ножка; 2 – глеба; 3 – камеры	1 – споры; 2 – капиллиций

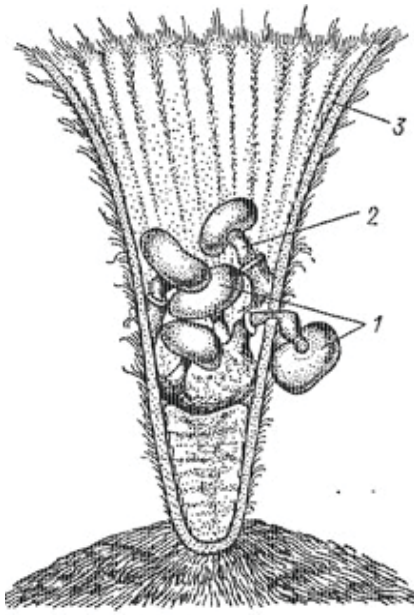


### Порядок ГНЕЗДОВКОВЫЕ (НИДУЛЯРИЕВЫЕ) – *NIDULARIALES*

Форма плодовых тел разнообразная (чаша, воронка, бокальчик), за счет растрескивания перидия в зрелом состоянии. Глеба распадается на перидиоли – отдельные самостоятельные участки, одетые оболочкой. Перидиоли располагаются на дне плодового тела свободно или прикрепляются к стенке мицелиальным шнуром (канатик, фуникулюм).

**Задание 4.** Рассмотреть строение плодового тела бокальчика полосатого – *Cyathus striatus*.

Плодовые тела бокальчика встречаются скученными или разбросанными группами преимущественно на гниющей древесине и почве возле нее. Довольно часто на субстрате можно найти одновременно плодовые тела на разных стадиях развития: молодые – яйцевидной или шарообразной формы, отверстие которых прикрыто перепончатой мембраной (эпифрагмой) кремового цвета, созревшие – колокольчатой или конусовидной формы, с разрушенной мембраной, при этом на дне плодового тела четко видны до десятка мелких перидиолей серебристо-серого цвета и линзообразной формы.

Рис. 8. Внешний вид плодового тела:	Рис. 9. Внутреннее строение плодового тела
	
1 – перидий; 2 – перидиоли	1 – перидиоли; 2 – фуникулюм; 3 – стенка перидия


### Порядок ВЕСЕЛКОВЫЕ (ФАЛЛЮСОВЫЕ) – *PHALLALES*

Обладают наиболее сложно устроенными плодовыми телами среди гастероидных базидиомицетов. Глеба влажная, рано обнажающаяся.



Задание 5. Рассмотреть строение плодового тела фаллюса вонючего (веселки) – *Phallus impudicus*; зарисовать и проставить обозначения.

Гриб во взрослом состоянии характеризуется своим резким, неприятным запахом разлагающейся падали. Запах имеет большое биологическое значение, привлекая на расплывающуюся глебу насекомых, которые и распространяют находящиеся в слизи базидиоспоры. Молодое плодовое тело фаллюса вначале имеет вид бело-сероватого шара (или яйца) довольно крупных размеров (до 5-6 см). На стадии яйца плодовое тело покрыто перидием, внутри различают бесплодную часть – рецептакул – в виде цилиндрического стволика со стенкой губчатого строения, на вершине рецептакула обособляется спороносная глеба в виде колокола или шляпки (шляпочный тип закладки глебы). При созревании рецептакул быстро вытягивается в длину до 30 см, разрывает перидий и поднимает на вершине черновато-зеленоватую влажную глебу в виде конусовидной шляпки. Молодой гриб в стадии яйца не имеет запаха (глеба не развита) и съедобен.

Рис. 10. Поперечный разрез молодого плодового тела:	Рис. 11. Общий вид зрелого плодового тела:
	
1 – перидий; 2 – рецептакул; 3 – глеба	

## ЗАНЯТИЕ 15

### ЛИШАЙНИКИ (LICHENES)

В данном пособии лишайники рассматриваются как группа симбиотических организмов, образованных автотрофным (водоросль) и гетеротрофным (гриб) компонентами. Оба компонента *структурно* и *функционально* составляют единый организм, отличающийся:

- морфологическими формами, неизвестными у свободноживущих грибов и водорослей;
- особым типом метаболизма, обусловленного тесным сочетанным взаимодействием ферментных аппаратов автотрофной водоросли и гетеротрофного гриба;
- спецификой вторичных продуктов обмена – лишайниковых веществ;
- особой биологией: аритмичность процессов фотосинтеза и дыхания, медленный рост, способы размножения, экология и др.

В современной флоре по данным разных авторов известно от 15 до 20 тыс. видов лишайников.

Доминирующим (80–90% биомассы) в талломе лишайника является грибной компонент – **микобионт** (лихенизированный гриб). По происхождению микобионт подавляющего большинства видов лишайников (~ 98%) относится к сумчатым (*Ascomycota*, *Pezizomycotina*), значительно реже (~2%) – к гомобазидиальным (*Basidiomycota*) грибам. Небольшая группа видов со стерильным таллом или включающие микобионт с неклеточным мицелием трактуется разными авторами по-разному.

Выход мицелия из субстрата, в суховоздушную среду, обусловил формирование у микобионта совокупности признаков, отсутствующих у свободноживущих грибов:

- полифункциональность вегетативного мицелия;
- более плотные оболочки гиф, способные сильно набухать и ослизняться, впитывать и удерживать воду;
- тенденция к формированию сложной морфологической структуры с хорошо дифференцированными анатомическими слоями и особыми органами прикрепления.

В свободном состоянии в природе микобионты не найдены.

Водоросли в талломе лишайников (**фотобионт**, фикобионт, лихенизированные водоросли) относятся, главным образом, к зеленым (*Chlorophyta*), реже к синезеленым (*Cyanophyta*). Известны единичные представители с фотобионтом из желтозеленых (*Xanthophyta*) и бурых (*Phaeophyta*) водорослей. В талломах конкретных видов лишайников могут присутствовать только зеленые (~80%), только синезеленые (~10%) или совместно и зеленые, и синезеленые (~3-4%) водоросли. Приуроченность родов и видов водорослей к определенным видам лишайни-

ков весьма различна. В настоящее время видовая принадлежность фотобионта идентифицирована лишь у 2% лишайников, что связано с методическими трудностями: выделение клеток водорослей из таллома, получение чистой культуры с описанием всех стадий онтогенеза.

Для фотобионта, в отличие от свободноживущих водорослей, характерно:

- более крупные размеры и утолщенные оболочки клеток;
- практически полное отсутствие в клетках запасных веществ;
- распад нитчатых форм на одиночные клетки или, редко, на малоклеточные участки (синезеленые рода *Nostoc*).

Водоросли, входящие в качестве фотобионта в состав таллома лишайников, встречаются в природе в свободном состоянии, редко или широко распространены в аэрофитных сообществах.

**Талломы лишайников** достаточно разнообразны по форме и строению, окраске и размерам. Окраска таллома варьирует от белой, серой, розовой, оливковой до оранжевой, красной, коричневой и черной; при этом окраска таллома часто видо- и родоспецифична, а интенсивность (насыщенность) окраски зависит от условий освещенности конкретного местообитания, особенно в высоких широтах (Арктика, Антарктика) и на высокогорьях.

В морфологическом отношении выделяют три основные группы (жизненные формы) – накипные, листоватые и кустистые, между которыми имеются переходные формы.

У **накипных** (корковых) лишайников таллом плотно срастается с субстратом (почвой, камнем, корой деревьев) сердцевинными гифами или подслоевым. Такой таллом имеет вид тонкой, гладкой или зернистой, бородавчатой, бугорчатой, порошистой корочки. Отделить такой таллом от субстрата без повреждения невозможно, поэтому образцы накипных лишайников собирают вместе с субстратом. Достаточно часто присутствие накипного таллома проявляется только пятнистой окраской субстрата. Шаровидно-комковатая форма таллома характерна для кочующих лишайников.

Таллом **листоватых** лишайников имеет вид чешуек или, чаще, листовидной пластины, горизонтально распростертой по субстрату. Округлая форма таллома обусловлена горизонтально-радиальным ростом гиф микобионта. Прикрепление таллома к субстрату осуществляется при помощи гомфа в центральной части, либо ризоидов и/или ризин, образующихся в разных частях таллома. Характерной особенностью листоватых лишайников является дорсивентральность – отличие верхней и нижней сторон таллома по строению и окраске.

Наиболее просто устроенные *монофильные* талломы представлены одной листовидной пластинкой, прикрепленной к субстрату только в центральной части. *Полифильные* талломы состоят из нескольких листовидных пластин, рыхло прикрепляющихся к субстрату всей нижней частью, за исключением приподнято-

го кверху края. Края таллома могут быть вырезаны или рассечены на широкие доли. Наиболее сложно устроенные формы характеризуются рассечением края на множество мелких лопастей разного размера и формы. В пределах группы листоватых лишайников также известны кочующие формы.

По сравнению с накипными, листоватые лишайники значительно более организованные формы, т.к. отделение таллома от субстрата создает пространство между талломом и субстратом, что способствует:

- лучшему газообмену внутренних слоев таллома;
- лучшему удержанию влаги;
- накоплению органических и минеральных соединений, используемых лишайником.

Вместе с тем, таллом лишайника становится более уязвимым для непосредственного воздействия факторов внешней среды.

Форма таллома **кустистых** лишайников варьирует от простых неразветвленных палочко- или роговидных выростов до более или менее разветвленных кустиков, лопасти которых могут быть:

- тонкими, нитевидными;
- плоскими (большое число переходных форм от листоватых лишайников);
- цилиндрическими, с радиальной структурой.

Прикрепление к субстрату осуществляется тонкими нитевидными ризодами (почва) или псевдогомфом (деревья). Помимо прямостоячих и свисающих, в пределах группы известны также стелющиеся формы.

Кустистые лишайники являются высшим этапом морфологической эволюции. Формирование подобных талломов обеспечивается вертикально направленным ростом гиф микобионта и верхушечным ростом таллома лишайника в целом.

В анатомическом отношении у лишайников выделяют два типа таллома – гомеомерный и гетеромерный.

Наиболее характерной особенностью **гомеомерного** таллома является более или менее равномерное распределение клеток водорослей между гифами микобионта. Характерно также обилие слизи, выделяемой и микобионтом, и фотобионтом – т.н. «слизистые лишайники», способные впитывать объем воды, превышающий сухую массу таллома в 20–30 раз. Составляют около 3% общего видового разнообразия лишайников. В морфологическом отношении известны накипные, листоватые и кустистые (без усложнения анатомической структуры) формы. У наиболее высокоорганизованных представителей гомеомерных форм имеется однослойный коровый слой.

**Гетеромерный** таллом характеризуется четкой дифференциацией слоев. Усложнение морфологического строения таллома лишайников шло параллельно усложнению анатомической структуры: у накипных форм имеется три слоя, у листоватых – четыре, у кустистых – до пяти слоев.

*Коровый слой* выполняет защитную и механическую функции. Кроме того, верхний и нижний коровые слои отличаются по окраске, структуре; нижняя кора формирует органы прикрепления.

*Альгальный слой* находится непосредственно под верхней корой и включает клетки фотобионта, расположенные сплошным или прерывистым слоем между гифами микобионта. Расположение клеток фотобионта определяется необходимостью равномерной освещенности каждой клетки.

*Сердцевина* составляет основную часть; от степени ее развития зависит толщина всего таллома. Основная функция сердцевины – газообмен. У наиболее высокоорганизованных кустистых форм сердцевина выполняет механическую функцию, которая переходит от корового слоя. Последний при этом метаморфизмуется и может полностью исчезать.

Важным фактором жизнедеятельности фотобионта является наличие газообмена с внешней средой. У представителей разных групп лишайников проникновение воздуха в талломы (аэрация) обеспечивается различным образом:

- отсутствие корового слоя (у некоторых видов из группы «ягелей»);
- отсутствие нижней коры у крупнолистоватых форм;
- разрывы коры (макулы, цифеллы), заполняемые гифами или отдельными клетками сердцевины;
- перфорации (округлые участки отмершей коры).

При отсутствии перечисленных особенностей и специальных образований аэрация осуществляется через трещины, разрывы, поры.

Для лишайника как целостного организма характерно исключительно вегетативное **размножение** – фрагментами таллома (при случайном отламывании, при отмирании центральной, более старой части и обособлении краевых более молодых участков) либо специальными образованиями – диаспорами (соредии, изидии), всегда несущими гифы микобионта и клетки фотобионта, и сочетающими функции размножения и распространения.

Для фотобионта характерны вегетативное (деление клетки надвое) и бесполое (образование апланоспор) размножение. Половой процесс у фотобионта подавляется микобионтом и восстанавливается только при выделении фотобионта из таллома лишайника.

Для микобионта характерны вегетативное деление клеток, обеспечивающее рост всего таллома, и половой процесс гаметангиогамия с формированием плодовых тел и сумок с сумкоспорами.

*Широко распространены*, встречаются во всех природных зонах почти во всех наземных, редко в водных, экосистемах. Лишайниковые группировки (синузии) обладают определенной автономностью развития и рядом специфических черт:

- видовой состав беднее по сравнению с высшими растениями;



- относительно кратковременны вследствие тесной связи с субстратом, свойства которого со временем меняются.

Могут заселять различные субстраты, в том числе искусственного происхождения (стекло, кожа, резина, шифер, кирпич, металл, ткани). *Основным условием заселения субстрата является его длительная неподвижность.* Для большинства видов лишайников характерна избирательность субстрата, по отношению к которому выделяют три основные субстратные группы:

- **эпифиты** поселяются на коре деревьев и кустарников; состав синузий специфичен для определенных пород деревьев; большое значение имеют структура коры, ее расчленение, жесткость, частота отслаивания и др.;
- **эпигейды** обитают чаще на песчаных, торфянистых и сильно щебнистых почвах, бедных питательными веществами; большинство ацидофилы, развивающиеся в интервале  $pH = 3,0-7,4$ ;
- **эпилиты** обитают на поверхности горных пород: *кальцефилы*, заселяющие известняки и доломиты, и *кальцефобы*, заселяющие граниты, гнейсы, кварциты.

Кроме того, выделяют группы лишайников, развивающихся на гниющей древесине (эпиксилы), на хвое и листьях вечнозеленых (эпифиллы), на дернинках мхов (эпибриофиллы). Развиваются лишайники преимущественно на поверхности субстрата (эпи–), реже внедряются в него (эндо–), формируя в таком случае на его поверхности лишь плодовые тела.

Вторым по значимости экологическим фактором для лишайников является *влажность*. **Фотосинтез и дыхание идут только во влажных талломах.** Источником влаги для подавляющего большинства видов является атмосферные осадки в виде дождя, снега, росы, а также туман и влажный воздух. Поглощение влаги талломом начинается от 50% относительной влажности.

Известны *амфибиальные* формы лишайников, обитающие в условиях периодического увлажнения:

- орошаемые скалы;
- субстраты в полосе приливов;
- временные водотоки от тающих ледников.

Число типично водных форм невелико.

По отношению к свету большинство лишайников предпочитают хорошо освещенные местообитания, например, развиваясь в изобилии в светлых сосновых лесах. Часть видов формируют плодовые тела исключительно в условиях яркого освещения. Вместе с тем, избыток света может вызывать изменения морфологии: узкие лопасти, толстая, темноокрашенная кора. В затененных местообитаниях с повышенной влажностью преобладают накипные формы.

**Температура** для большинства лишайников не является лимитирующим фактором. Самые тепло- и холодоустойчивые растения, встречающиеся в ши-

роком интервале температур: от +60 до -50°C. Приспособительной реакцией к действию экстремальных температур (адаптация) явилось сокращение периода вегетации.

Роль лишайников в природе определяется их участием в:

- образовании фитомассы, особенно в тундровых и лесных биогеоценозах;
- участии в формировании почвенного гумуса;
- участии в химическом выветривании горных пород.

Кроме того, талломы лишайников являются местообитанием многих (~300-400 видов) беспозвоночных животных – тихоходок, нематод, клещей, ногохвосток, сеноедов, гусениц, листоедов, тараканов, пауков, клопов, цикад, жуужелиц и др.

Эпифитные лишайники в определенной степени «защищают» деревья от воздействия грибов-разрушителей древесины.

Практическое использование лишайников связано с:

- кормовой базой оленеводства в районах Крайнего Севера;
- сырьем для получения ряда лишайниковых веществ;
- разработкой методов лихенометрии и лихеноиндикации.

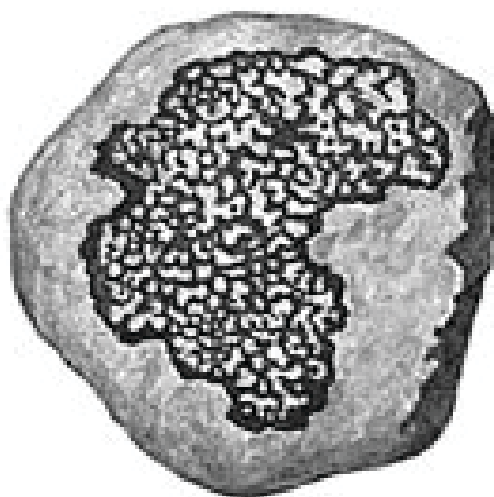
Единой общепринятой системы лишайников нет; место группы в разных системах, объем порядков и семейств понимаются разными авторами по-разному. Учитывая существующий разброс мнений, вопросы систематики лишайников в данном пособии не рассматриваются.

Задание 1. На гербарных образцах познакомиться с разнообразием жизненных форм и субстратных групп лишайников. Зарисовать, проставить обозначения, для каждого вида лишайников указать жизненную форму и субстратную группу.

Типичным представителем накипных форм лишайников является ризокарпон – *Rhizocarpon geographicum*, таллом которого плотно срастается с субстратом. Развивается ризокарпон на силикатных (гранитах, базальтах) горных породах в виде зеленовато-желтой корочки. При рассмотрении в биноклярную лупу хорошо видно, что таллом разделен маленькими трещинами на отдельные площадочки – ареолы. Такой таллом называют ареолированным. Встречается он преимущественно на каменистом субстрате (ареолированная структура позволяет ослаблять напряжения – расширение–сжатие, возникающие в субстрате при резких перепадах температуры в течение суток). На периферии таллома и между ареолами хорошо виден черный слой — это подслоевище, образованное темноокрашенными толстостенными грибными гифами. Подслоевище никогда не содержит клеток водорослей и служит для прикрепления к субстрату.

Наряду с другими представителями накипных форм, развивающихся на каменистых субстратах, используется в лихенометрии (определение возраста горных пород или других заселяемых субстратов, находящихся в определенной климатической зоне).



Рис. 1. Общий вид таллома *Rhizocarpon geographicum*:

- 1 – ареолы;  
2 – подслоевище;  
3 – субстрат.

Жизненная форма:

Субстратная группа:

Одной из наиболее широко распространенных и часто встречающихся листоватых лишайников является ксантория — *Xanthoria parietina*. Талломы ксантории имеют вид оранжево-желтых розеток, по краю с округленными лопастями, а в центре с большим числом темно-оранжевых апотециев, окруженных светлым гладким краем. Встречается ксантория на различных древесных субстратах, в том числе на обработанной древесине, из древесных пород чаще на гладкоствольных.

Относится к палеотолерантным формам, вынослива к загрязненности воздуха, обычный компонент урбанофлоры.

Рис. 2. Общий вид таллома *Xanthoria parietina*:

- 1 – талломные лопасти;  
2 – апотеции;  
3 – субстрат

Жизненная форма:

Субстратная группа:

Своеобразную переходную группу между листоватыми и кустистыми лишайниками представляют виды рода кладония – *Cladonia*, для которых характерно наличие первичного и вторичного таллома. Сначала на субстрате появляется первичный таллом в виде горизонтальных мелких листоватых чешуек, долго сохраняющихся у большинства представителей этого рода. Вторичный таллом формируется на первичном позже, в виде вертикальных прямостоячих выростов – подециев. Форма подециев у разных представителей рода кладония различна и является одним из диагностических признаков при определении видовой принадлежности.

У представителя рода кладония – *Cladonia coccifera* – подеции кубковидные, расширенные на верхушке – сцифовидные. По краям сциф развиваются довольно крупные, выпуклые, ярко-красные апотеции. Кладония широко распространена в тундровой и лесной зонах на почве, на сухих пнях, некоторые виды встречаются у основания стволов деревьев.

Рис. 3. Общий вид таллома:

	<p>1 – чешуйки первичного таллома; 2 – сцифовидные подеции; 3 – апотеции</p>
Жизненная форма:	
Субстратная группа:	

Типичным представителем кустистых форм является уснея – *Usnea longissima*, встречающаяся на коре и ветвях деревьев; особенно часто в старых хвойных лесах. Таллом желтовато-зеленый, нитевидный, повисающий, может достигать в длину 1-2 м, прикрепляется к субстрату при помощи гомфа.

Индикаторный вид. Полностью исчезает из природных биотопов при загрязнении воздуха

Представители рода уснея богаты усниновой кислотой, обладающей сильными антибиотическими свойствами; используются как сырье для получения ряда медицинских препаратов.

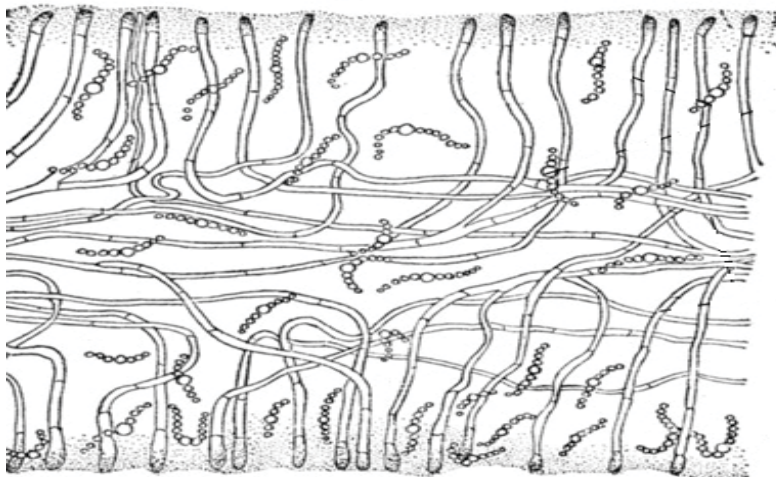
Рис. 4. Общий вид таллома:

	1 – субстрат; 2 – веточки; 3 – гомф
Жизненная форма:	
Субстратная группа:	

Задание 2. На постоянных препаратах рассмотреть анатомическое строение таллома лишайников. Выполнить рисунок 7, проставить обозначения.

На поперечном разрезе через гомеомерный таллом при малом увеличении хорошо видно, что таллом образован беспорядочным переплетением гиф микобионта, среди которых разбросаны отдельные клетки или короткие нити фотобионта. Такое строение наиболее характерно для видов, фотобионтом которых являются синезеленые водоросли (преимущественно представители рода *Nostoc*). Встречаются на различных субстратах (кора, почва, камни), особенно в южных районах. В сухом состоянии талломы имеют вид коричнево-черных ломких корочек или морщинистых подушечек. При наличии влаги такие талломы сильно разбухают, ослизняются и приобретают характер желе или студня. Наиболее типичными представителями этой группы лишайников являются роды *Collema* и *Leptogium*.

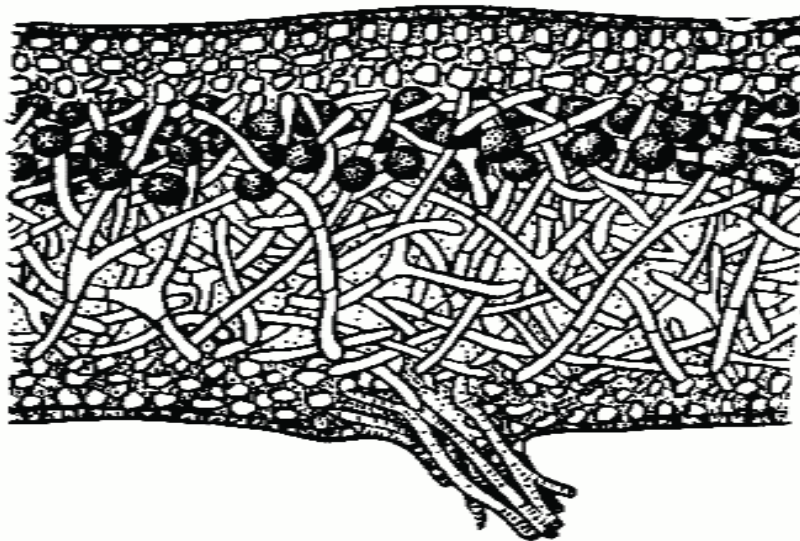
Рис. 5. Строение гомеомерного таллома:



1 – общая слизь; 2 – клетки фотобионта; 3 – гифы микобионта

Для подавляющего большинства лишайников характерен гетеромерный тип строения, при котором в талломе можно различить дифференцированные слои. На постоянных препаратах эти слои видны уже при малом увеличении. Самый верхний окрашенный слой, или верхняя кора, состоит из плотного сплетения грибных гиф и по своему происхождению представляет собой плектенхиму. Внутри от верхней коры гифы микобионта расположены более рыхло и между ними, непосредственно под верхней корой находятся многочисленные шаровидные одиночные клетки фотобионта, составляющие зону водорослей или альгальный слой. Под этой зоной рыхло располагается масса бесцветных ветвящихся гиф, образующих большие промежутки, это – сердцевина. И, наконец, внизу расположена нижняя кора, похожая по окраске и строению на верхнюю кору. Пройдитесь по препарату и найдите темноокрашенные пучки, отходящие от нижней коры. Это – ризины, плотно соединенные гифы микобионта с темноокрашенными утолщенными оболочками, с помощью которых таллом прикрепляется к субстрату.

Рис. 6. Строение гетеромерного таллома:



1 – верхняя кора; 2 – альгальный слой; 3 – сердцевина; 4 – нижняя кора; 5 – ризины.

Для кустистых лишайников с цилиндрическим талломом характерно радиальное строение. Под корой, покрывающей снаружи веточки такого таллома, лежит слой водорослей, а внутри от него расположена сердцевина – слой из рыхло переплетенных гиф микобионта. Характерной особенностью рода *Usnea* является наличие центрального тяжа, состоящего из пучка параллельно расположенных грибных гиф, и придающего таллому механическую прочность.

Рис. 7. Радиальное строение таллома:

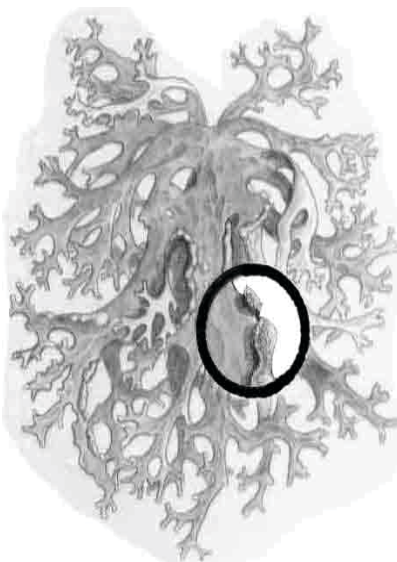
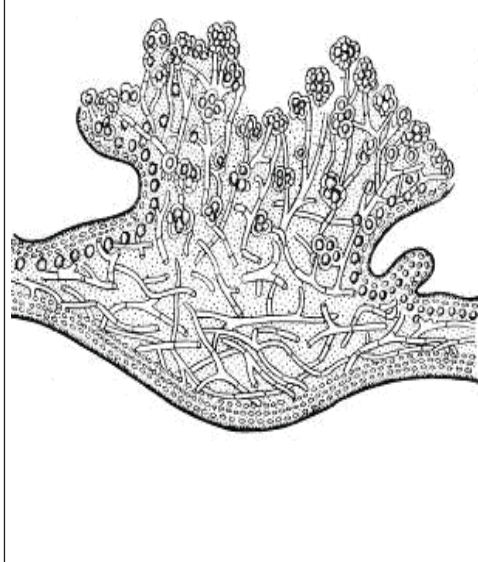
	<p>I – поперечный и II – продольный разрезы:</p> <p>1 – верхняя кора; 2 – альгальный слой; 3 – сердцевина; 4 – центральный тяж</p>
--	--

### ЗАНЯТИЕ 16

Задание 1. На гербарных образцах и постоянных препаратах познакомиться со строением вегетативных диаспор. Зарисовать и проставить обозначения.


У кустистого лишайника эверния — *Evernia prunastri* – таллом дорсивентральный, зеленовато-сероватый, кустистый, мягкий, из дихотомически ветвящихся лопастей. По краям лопастей расположены серовато-белые скопления – сорали, имеющие характерную форму и состоящие из большого числа микроскопических соредий.

Препаровальной иглой сделайте соскоб на предметное стекло в каплю воды с веточек эвернии и рассмотрите их строение. При большом увеличении микроскопа хорошо видно, что соредии состоят из небольшого числа клеток водорослей, опутанных грибными гифами.

Рис. 1. Внешний вид соралей:	Рис. 2. Разрез через сораль:	Рис. 3. Строение соредии:
		
<p>1 – веточки; 2 – краевые сорали</p>	<p>1 – таллом лишайника; 2 – разрыв верхней коры; 3 – соредии</p>	<p>1 – клетки фотобионта; 2 – гифы микобионта</p>



Таллом псевдоэвернии – *Pseudoevernia furfuracea* отличается от предыдущего вида окраской таллома (верхняя сторона пепельно-серая или темно-серая, нижняя – темная, ближе к основанию веточки серо-фиолетовая, а у самого основания черная) и наличием на верхней стороне многочисленных выростов – изидий, окраска которых совпадает с окраской таллома. На постоянных препаратах обратите внимание, что изидии в отличие от соралей у лишайников с гетеромерным строением таллома всегда окружены коровым слоем.

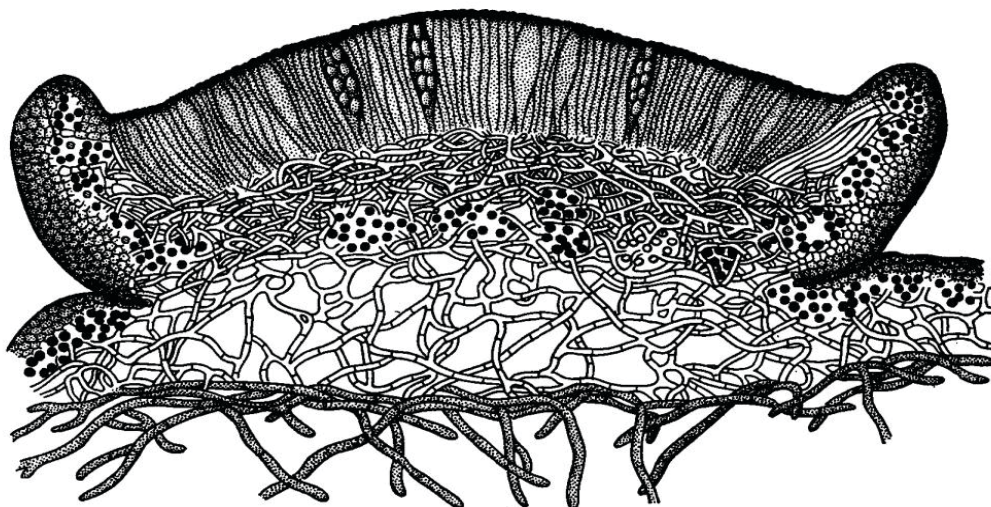
Рис. 4. Внешний вид изидий:	Рис. 5. Разрез через изидии:
	
<p>1 – талломные веточки; 2 – нижний коровый слой; 3 – изидии</p>	<p>1 – верхняя кора; 2 – клетки фотобионта; 3 – гифы микобионта</p>

Задание 2. На постоянных препаратах рассмотреть строение апотециев лишайников. Проставить обозначения.

По анатомическому строению различают два основных типа апотециев: леканоровый и лецидеевый.

Леканоровый апотеций по своему строению сходен с талломом лишайника: диск имеет талломный край, состоящий из гиф микобионта и клеток фотобионта; клетки водоросли располагаются также под апотецием. Верхняя часть апотеция — эпигимений, где концентрируются верхушки парафиз, покрывает гимений (гимениальный слой), состоящий из сумок и парафиз. Под гимением развивается гипогимений (субгимениальный слой), где закладываются молодые сумки.

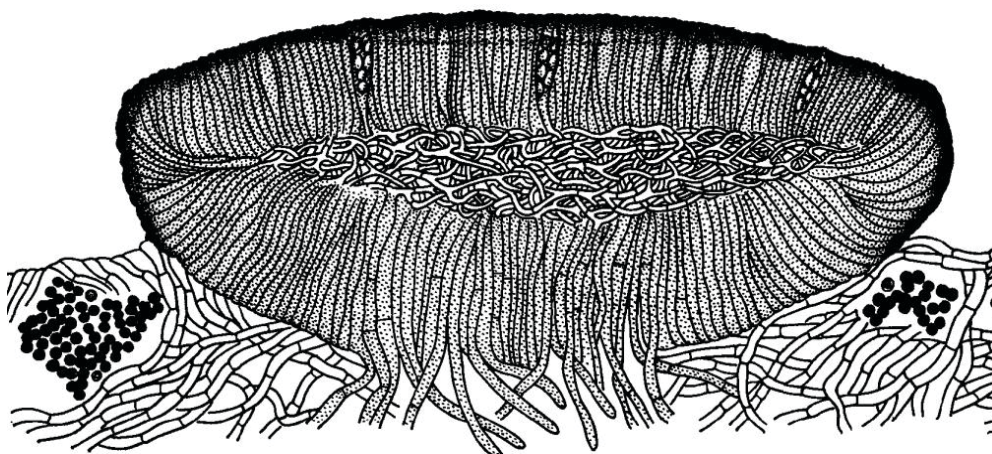
Рис. 6. Строение леканорового апотеция:



1 – таллом лишайника; 2 – слоевищный край; 3 – эпигимений; 4 – гимений: 4а – сумки, 4б – парафизы; 5 – гипогимений.

Для лецидеевого апотеция характерно развитие собственного края, состоящего только из гиф микобионта и окрашенного в тот же цвет, что и диск апотеция, а также отсутствие клеток фотобионта. Лецидеевые апотеции имеют твердую консистенцию и обычно темную окраску. Строение эпигимения, гимения и гипогимения аналогично строению этих слоев у леканорового апотеция.

Рис. 7. Строение лецидеевого апотеция:



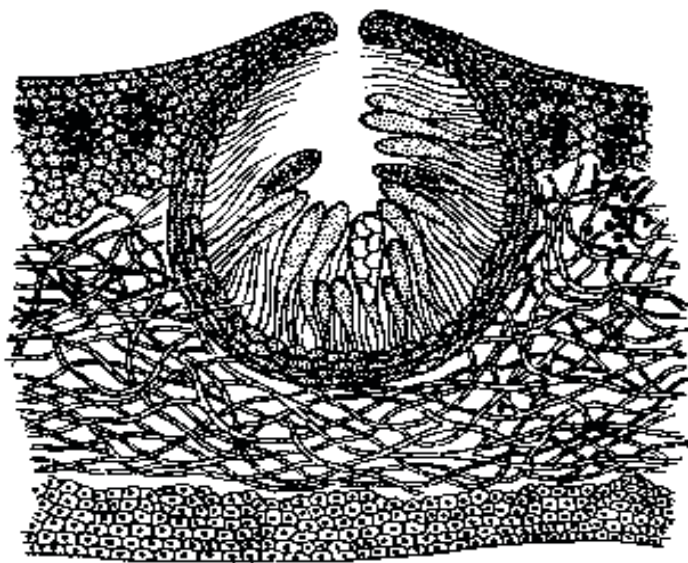
1 – таллом лишайника; 2 – собственный край; 3 – эпигимений; 4 – гимений: 4а – сумки, 4б – парафизы; 5 – гипогимений

Задание 3. На постоянных препаратах рассмотреть строение перитеция веррукарии – *Verrucaria nigrescens*. Проставить обозначения.



У большинства лишайников перитеции погружены в таллом и имеют вид кувшина округлой или овальной формы с небольшим выводным отверстием – остиоле, через которое выходят созревшие сумкоспоры. Поверхность перитеция (эксципул) образована из нескольких слоев плотно переплетенных гиф микобионта. Внутри перитеция формируются сумки с сумкоспорами и парафизы (иногда парафизы расплываются в слизь). Особые нитевидные гифы – перифизы – развиваются вблизи выводного отверстия и служат для защиты от воздействия внешней среды.

Рис. 8. Строение перитеция:



- 1 – таллом лишайника;
- 2 – остиоле;
- 3 – эксципул;
- 4 – сумки с сумкоспорами;
- 5 – перифизы

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ (раздел 2)

Контрольная работа №3 позволяет оценить уровень знания студентами теоретического материала, освоенного на лекциях и лабораторных занятиях, а также в ходе самостоятельной работы.

На контрольную работу выносятся :

- типы и метаморфозы мицелия;
- вегетативное размножение;
- бесполое размножение;
- типы полового процесса и особенности полового размножения в разных отделах грибов;
- типы плодовых тел у аскомицетов;
- типы плодовых тел и гименофора у базидиомицетов;
- соотношение ядерных фаз в разных отделах грибов;
- основные представители отделов грибов;
- грибы-патогены и вызываемые ими заболевания;
- экологические группы и группы питания грибов.

**Бланк контрольной работы №3**

1. Какие функции выполняет метаморфоз мицелия – гаустории:  
а) перенесения неблагоприятных условий  
б) питания  
в) размножение
2. К какому типу размножения относится размножение с помощью хламидоспор:  
а) вегетативное      б) бесполое      в) половое
3. Неподвижные споры бесполого размножения эндогенного происхождения называются  
а) конидии      б) зооспоры      в) спорангиоспоры
4. Плодовые тела закрытого типа называются  
а) перитеции      в) клейстотеции      г) апотеции
5. Тип полового процесса у Аскомицетов:  
а) зигогамия      в) гаметангиогамия  
б) соматогамия      г) оогамия
6. Какой гриб является возбудителем заболевания мучнистая роса:  
а) *Claviceps purpurea*      в) *Phytophthora infestans*  
б) *Sphaerotheca mors-uvae*      г) *Fomes fomentarius*
7. Какой тип гименофора у *Amanita muscaria*:  
а) пластинчатый      в) лабиринтовидный  
б) трубчатый      г) ячеистый
8. Какая ядерная фаза доминирует в жизненном цикле *Basidiomycota*:  
а) гаплоидная      б) диплоидная      в) дикариотическая
9. К какому отделу относится *Sphaerotheca mors-uvae*:  
а) *Oomycota*      в) *Zygomycota*  
б) *Ascomycota*      г) *Basidiomycota*

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Общепринятой в университетах мира формой оценки результатов самостоятельной работы студентов является **эссе** – краткий прозаический очерк, посвященный конкретному вопросу или определенной теме. Эссе – это личное суждение (не мнение<sup>4</sup>!) автора, обоснованное аргументами, в качестве которых могут служить: научные факты, эмпирический опыт, эксперимент.

Выполнение эссе позволяет полнее и глубже понять логику конкретной дисциплины, специфику изучаемых объектов и понятийного аппарата, место в системе фундаментальной и прикладной науки.

Структура эссе соответствует структуре доказательства в логике и включает три взаимосвязанных элемента: тезис, аргументы, демонстрация.

**Тезис** по сути представляет собой короткое введение, где сообщается суть общей проблемы, в пределах которой ограничиваются рамки эссе, исходя из вопроса (темы эссе).

**Аргументы** – это основная часть эссе, его содержание. По общим нормативным университетским курсам выполняется академическое эссе, где в качестве аргументов используются исключительно научные факты. Аргументы не должны противоречить друг другу и быть достаточными для данного тезиса (полного раскрытия темы эссе).

**Демонстрация** – по сути представляет собой заключение, логическое обобщение аргументов, демонстрация достижения цели, поставленной во введении.

Писать эссе следует короткими понятийными фразами без эмоциональных речевых элементов, не перегружая текст цифрами, цитатами, иллюстрациями; делать ссылки на литературу. Использовать исключительно академические издания – учебники, монографии, статьи в профильных журналах (печатные и электронные).

Список литературы является обязательным элементом и составляется в соответствии с существующими для научных работ правилами.

Учитывая большой объем программного материала и разнообразие форм жизни, изучаемых в разделе «Низшие растения», рабочей программой предусмотрено написание каждым студентом трех эссе по следующим направлениям:

1. Современные проблемы ботаники (8 баллов).
2. Водоросли в природе и жизни человека (7 баллов).
3. Грибы в природе и жизни человека (7 баллов).

---

4 Мнение – мысль, предлагаемая без достаточного основания, не апробированная необходимой аргументацией и данными фактической проверки. «Там, где кончается знание, начинается мнение» (Логический словарь-справочник).

В рамках перечисленных направлений студенты с помощью преподавателя (во избежание дублирования) выбирают конкретный вопрос или более узкую проблему для выполнения эссе.

При оценивании учитывается:

- самостоятельность;
- логика и стилистика изложения;
- полнота раскрытия темы;
- уровень использованных литературных источников;
- своевременная сдача.

Плагат не оценивается (0)!

## УЧЕБНО-ПОЛЕВАЯ ПРАКТИКА

Учебным планом подготовки бакалавров предусмотрена учебно-полевая практика по ботанике в объеме 4-х недель: 2 недели во II семестре (низшие растения) и 2 недели в IV семестре (высшие растения).

**Сроки практики:** с 22 июня по 19 июля.

**Формы проведения практики:**

- экскурсионная – проводится на базе кафедры учебного заведения в виде кратковременных экскурсий в ближайшие окрестности и последующей камеральной обработкой материала на кафедре;
- экспедиционная – проводится на биологических стационарах с постоянным проживанием студентов, обеспечением питания и частичной камеральной обработкой;
- камеральная – рекомендуется **по состоянию здоровья** и проводится только на базе кафедры с использованием гербарного, музейного материала, а также материала, собранного другими студентами.

В соответствии с программой **занятия в период практики** проходят в трех формах:

- учебные экскурсии по сбору природного материала и описанию соответствующих биогидро- и биогеоценозов;
- практические занятия по определению собранного материала и оформлению дневника практики;
- самостоятельная работа по выполнению индивидуального задания исследовательского характера.

Основанием для исследовательской работы могут быть:

1. Эмпирический опыт – наблюдения и описания в естественных условиях обитания видов (в природе);
2. Эксперимент – исследования в условиях, заданных экспериментатором;
3. Научный факт – сведения из академической литературы.

Тема (в рамках программы курса «Ботаника») и форма выполнения индивидуального задания осуществляется по выбору студента:

- научное описание вида, ценоза, популяции;
- постановка эксперимента;
- оформление тематической коллекции;
- аналитический обзор по заданной теме;
- тематическая подборка фото- и/или видеоматериалов;
- создание и/или наполнение базы данных.

По итогам практики в каждом семестре студенты сдают зачет. При выставлении **зачета** учитывается:

- отработка всех занятий, предусмотренных программ практики;

- активность во время экскурсий; уровень теоретических знаний, полученных в ходе семестровых занятий, умение использовать их в полевых условиях;
- наличие дневника практики; полнота приводимого материала, наличие информации о всех таксонах, выявленных во время практики; соответствующее оформление записей и/или рисунков в дневнике практики или в электронном виде;
- отчет по результатам самостоятельной работы по избранной теме индивидуального задания.



**Основные правила техники безопасности при полевых работах****I. При пользовании транспортом з а п р е щ а е т с я :**

- 1) Перегрузка автомашин и лодок.
- 2) Курение на автомашинах и в лодках.
- 3) Во время движения категорически з а п р е щ а е т с я :
  - \* оставлять незакрытыми борта автомашины;
  - \* виснуть на подножках;
  - \* садиться и прыгать на ходу;
  - \* сидеть на бортах машин, крыльях, крышах кабин;
  - \* стоять в кузовах;
  - \* ездить на автомобилях-самосвалах, автомобилях-цистернах, грузовых прицепах;
  - \* проезд на сиденьях рядом с водителем сверх количества мест, предусмотренных технической характеристикой транспортного средства.

Перевозка студентов в грузовых автомобилях разрешается при соблюдении следующих требований:

- \* в кузове должен быть назначен старший, обеспечивающий соблюдение пассажирами требований (его фамилия должна быть записана в путевом листе); все едущие обязаны выполнять распоряжения водителя и старшего по соблюдению правил дорожного движения;
- \* кузов должен быть оборудован удобными сидениями;
- \* число перевозимых людей не должно превышать числа оборудованных для сидения мест;
- \* в автомобиле обязательно наличие вне кабины легкосъемного огнетушителя.

**II. Организация временных баз и бивуаков.**

Для установки лагеря необходимо выбрать сухое, защищенное от ветра и не подверженное стихийным бедствиям место. Место для установки палаток выбирается, как правило, не ближе, чем в 20 м от уреза воды. Спуск к воде с высокого берега должен быть безопасным в любое время года и при любой погоде.

Начинать устройство лагеря необходимо не позже, чем за 1-2 часа до наступления темноты.

Ежедневно назначается ответственный дежурный по лагерю, отвечающий за безопасность, порядок и дисциплину в лагере.

Устанавливать лагерь и проводить работы на территории лесного фонда можно только после регистрации в лесхозе, которому принадлежит данная территория.

З а п р е щ а е т с я проводить выжигание площадки для лагеря, особенно в степных и таежных районах.

Палатки должны прочно закрепляться кольями и окапываться канавкой для стока воды, а также иметь брезентовый пол.

З а п р е щ а е т с я использовать для питья сырую воду, садиться и ложиться на сырую землю.

Место для костра нужно выбирать с подветренной стороны, не ближе 10 м от палаток и 100 м от складов горюче-смазочных материалов, взрывчатых и других воспламеняющихся веществ.

Категорически з а п р е щ а е т с я хранить бензин, керосин и другие легко-воспламеняющиеся вещества, а также кислоты в жилых палатках.

З а п р е щ а е т с я оставлять при уходе и во время сна в палатках зажженные фонари, свечи, лампы и керосин.

Категорически з а п р е щ а е т с я курение в палатках, а также на территории лагеря или вблизи базы практики.

При ликвидации лагеря костер должен быть тщательно потушен и приняты меры, предотвращающие возобновление огня (залить водой, засыпать землей, песком).

Кухонные отбросы и мусор должны выноситься в специально выкопанную яму с подветренной стороны лагеря не ближе 50 м от него и вдали от источника водоснабжения.

После снятия лагеря все ямы тщательно засыпаются и закладываются сохранным дерном.

### III. При выходе на маршрут нужно соблюдать следующие правила:

- \* маршрут, как правило, должен назначаться не позже, чем за день до выхода; группа должна заканчивать маршрут, строго руководствуясь контрольным сроком;
- \* в каждом маршруте должен быть старший с достаточным опытом работы; он несет полную ответственность за проведение маршрута и состояние всех его участников;
- \* выход в маршрут в одиночку к а т е г о р и ч е с к и з а п р е щ е н ;
- \* возвращаться на лагерную стоянку надлежит до наступления темноты;
- \* во время передвижения по маршруту купаться нельзя!

### IV. При работе на воде необходимо знать следующее:

- \* иметь сведения о всех водоемах в районе работ;
- \* если в лодке появилась сильная течь, то, установив место течи, надо накрепить лодку (пересадкой людей) к другому борту, чтобы поднять место течи выше ватерлинии;

- \* категорически з а п р е щ а е т с я перегружать транспорт;
- \* для устойчивости лодки самые тяжелые грузы помещают на дне в средней части лодки;
- \* все спасательные принадлежности должны храниться на видном месте и быть легкодоступными для оказания помощи;
- \* заметив тонущего, нужно немедленно бросить ему ближайшие спасательные средства так, чтобы они упали возле, но не ударили его;
- \* з а п р е щ а е т с я выезд на гребной лодке при скорости течения выше 2.5 м/с при сильном дожде;
- \* при производстве работ надо остерегаться отвесных берегов, особенно подверженных обрушениям;
- \* переход водного объекта вброд (вплыв) разрешается после ознакомления с его особенностями (глубиной, скоростью течения, состоянием дна и берега и т.д.) путем специального осмотра и опроса местных жителей; все переправляющиеся должны иметь спасательные принадлежности;
- \* все принимающие участие в полевых работах на воде должны уметь плавать и грести, знать основные правила плавания по рекам и озерам, уметь оказать немедленную квалифицированную помощь при несчастных случаях.

## **Устройство биологического светового микроскопа МБР-1 (или Биолам) и назначение его частей.**

### **Правила работы с микроскопом.**

Биологический микроскоп — это оптический прибор, с помощью которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат далеко за пределами разрешающей способности глаза. Устройство и эксплуатация оптического микроскопа довольно просты. Однако неумелое или невнимательное пользование этим прибором влечет за собой его порчу. Поэтому необходимо хорошо усвоить, из каких частей состоит микроскоп и их назначение. Следует строго соблюдать правила работы с микроскопом.

Возьмите микроскоп, найдите все перечисленные ниже части и запомните их название, назначение и устройство.

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую. К оптической системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство.

Объектив — одна из важнейших частей микроскопа, поскольку он определяет полезное увеличение объекта. Объектив состоит из металлического цилиндра с вмонтированными в него линзами, число которых может быть различным. В верхней части объектива имеется винтовая нарезка, с помощью которой его ввинчивают в гнездо револьвера. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используются обычно объективы  $\times 8$  и  $\times 40$ . Следует всегда помнить о необходимости бережного отношения с объективами. Особой аккуратности требует работа с объективами большого увеличения, поскольку у них рабочее расстояние, т.е. расстояние от покровного стекла до фронтальной линзы, измеряется десятymi долями миллиметра.

Качество изображения, особенно при объективах большого увеличения, зависит также от толщины предметного и покровного стекол.

Окуляр состоит из 2-3 линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами:  $\times 7$ ,  $\times 10$ ,  $\times 15$ . Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Осветительное устройство состоит из зеркала и конденсора с ирисовой диафрагмой, расположенных под предметным столиком. Оно предназначено для освещения объекта пучком света. Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. При работе с рассеянным светом обычно используют вогнутое зеркало. Конденсор состоит из 2-3 линз, вставленных в металлическую оправу. При подъеме или опускании его с помощью специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект. Ирисовая

диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива, и состоит из тонких металлических пластинок. С помощью рычажка их можно то соединить, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, то развести, увеличивая поток света. Кольцо с матовым стеклом или светофильтром уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и передвигается в горизонтальной плоскости.

Механическая система микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометрическим механизмом и микрометрическим винтом, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, револьвера, предметного столика.

Микрометрический винт (или микровинт) служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Полный оборот микрометрического винта передвигает тубусодержатель на 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм. Во избежание порчи микрометрического механизма микровинт разрешается вращать в одну сторону не более чем на пол-оборота.

Тубус — цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Тубус подвижно соединен с головкой тубусодержателя, его фиксируют стопорным винтом в определенном положении; ослабив стопорный винт, тубус можно повернуть или снять.

Револьвер предназначен для смены объективов, которые ввинчены в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Винт грубой наводки (или макровинт) используют для значительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нем препарата. В середине столика имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. У МБР-1 предметный столик круглый, на нем лежит подвижный диск. По сторонам столика расположены два винта, с помощью которых производят центрирование диска, вращением его вокруг оси и передвижением по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Если столик отцентрирован, диск закрепляется стопорным винтом.

Правила работы. При работе с микроскопом соблюдаются следующие правила и последовательность операций.

1. Ставят микроскоп у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза, и в течение работы его не передвигают. Тетрадь и все предметы, необходимые для работы, располагают справа от микроскопа.

2. Открывают полностью диафрагму, поднимают конденсор в крайнее верхнее положение, чтобы его фронтальная линза была расположена вровень с пред-

метным столиком. Если столик не отцентрирован, его передвигают с помощью винтов так, чтобы линза конденсора находилась в центре отверстия столика. (У микроскопов с квадратным неподвижным столиком эта операция не проводится — у них столик отцентрирован фабрично и постоянно находится в центральном положении).

3. Ставят объектив  $\times 8$  в рабочее положение — на расстояние примерно 1 см от предметного столика. Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения.

4. Глядя левым глазом в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом направляют свет от окна (но не прямой солнечный) или электрической лампы в объектив и максимально и равномерно освещают поле зрения. Правый глаз оставляют открытым, так как при закрытом правом глазе вся нагрузка приходится на левый глаз, и это может быстро вызвать переутомление глазных мышц.

5. Кладут препарат на предметный столик (изучаемый объект должен находится под объективом) и, глядя сбоку, опускают объектив при помощи макровинта так, чтобы между фронтальной линзой объектива и препаратом было расстояние 4-5 мм.

6. Глядя левым глазом в окуляр и вращая макровинт на себя (!) плавно поднимают объектив до положения, при котором хорошо видно изображение объекта. Передвигая препарат рукой, находят нужное место объекта, располагают его в центре поля зрения. Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив, вращая макровинт от себя, так как при этом фронтальная линза может раздавить препарат и на ней появятся царапины.

7. Добиваются большей четкости изображения, приведя в соответствие диаметры пучка света, попадающего в объектив и, фронтальной линзы объектива. Для этого вынимают окуляр и, глядя в тубус, медленно закрывают отверстие диафрагмы до тех пор, пока ее края появятся на границе выходного зрачка объектива. При слишком сильном освещении увеличивают контрастность изображения опусканием конденсора.

8. Для изучения какого-либо участка объекта при большом увеличении ставят этот участок в центре поля зрения, передвигая препарат рукой. После этого, не поднимая тубуса (!), поворачивают револьвер так, чтобы объектив  $\times 40$  занял рабочее положение. Смотрят в окуляр, изображение будет нечетким. С помощью микровинта добиваются хорошей видимости изображения объекта. Следует помнить, что микровинт можно вращать в одну сторону не более чем на пол оборота. На коробке микрометричного механизма имеются две риски, а на микровинте — точка, которая должна все время находится между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение. При несоблюдении этого правила микровинт может перестать действовать. Тогда его возвращают в нормальное положение, вращая в противоположную сторону.

Если же при установке объектива  $\times 40$  изображение отсутствует, добиваются его осторожным вращением макровинта на себя. И лишь после этого производят фокусировку объекта с помощью микровинта.

9. После окончания работы с большим увеличением поворачивают револьвер, устанавливая малое увеличение и снимают препарат. Нельзя (!) вынимать препарат из-под объектива  $\times 40$ , так как рабочее расстояние его равно 0,6 мм и легко можно испортить фронтальную линзу.

10. После окончания работы с микроскопом, его приводят в транспортное положение. Для этого поворачивают револьвер, устанавливая его на пустое гнездо и опускают тубус вниз до упора.



Списки наиболее типичных представителей разных групп  
низших растений и макрофитов  
из окрестностей биостанции ХНУ имени В.Н. Каразина

### В О Д О Р О С Л И<sup>1</sup>

<b>Cyanophyta</b>	
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Bréb.	Anabaena scheremetievi Elenk.
Anabaena spiroides Kleb.	Anabaenopsis elenkinii V.V.Miller
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs	Gomphosphaeria lacustris Chod.
Merismopedia tenuissima Lemm.	Microcoleus lacustris (Rabenh.) Farl.
Microcystis aeruginosa (Kütz.) Elenk.	Oscillatoria chalybea (Mert.) Gom.
Oscillatoria limosa Ag. f. limosa	Oscillatoria planctonica Wolosz.
Oscillatoria tenuis Ag. f. tenuis	Phormidium foveolarum (Mont.) Gom.
Snowella rosea (Snow) Elenk.	Spirulina jenneri (Hass.) Kütz.
<b>Dinophyta</b>	
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Schrank	Glenodinium penardiforme (Lind.) Schiller
Glenodinium quadridens (Stein) Schiller	Gymnodinium obesum Schiller
<b>Cryptophyta</b>	
Chroomonas acuta Uterm.	Cryptomonas ovata Ehr.
Chroomonas caudata Geitl.	Cryptomonas marssonii Skuja
Cryptomonas erosa Ehr.	Cryptomonas rufescens Skuja
<b>Chrysophyta</b>	
Chrysococcus biporus Skuja	Kephyrion rubri-claustri Contr.
Chrysococcus rufescens Klebs	Synura petersenii Korsch.
Dinobryon divergens Imhof	Synura uvella Ehr.
<b>Xanthophyta</b>	
Botrydium granulatum (L.) Grev.	Goniochloris fallax Fott
Goniochloris parvula Pasch.	Goniochloris smithii (Bourr.) Fott
Ophiocytium capitatum Wolle	Ophiocytium parvulum A. Br.
Trachychloron regulare Pasch.	Trachydiscus quadratus Ettl
Vaucheria sessilis (Vauch.) DC.	Vischeria stellata (Chod.) Pasch.

<sup>1</sup> Видовые названия приводятся соответственно определителям, по которым проводится идентификация видовой принадлежности. Новые названия видов и синонимы можно найти в международной базе данных <http://algaebase.org/>

<b>Bacillariophyta</b>	
Cyclotella comta (Ehr.) Kütz.	Cyclotella kuetzingiana Thw.
Cyclotella meneghiniana Kütz.	Melosira granulata (Ehr.) Ralfs var. angustissima (O.Müll.) Hust.
Melosira granulata (Ehr.) Ralfs var. granulata	Melosira islandica O. Müll.
Melosira varians Ag.	Pleurosira laevis (Ehr.) Compere
Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun.	Stephanodiscus hantzschii Grun.
Achnanthes lanceolata (Bréb.) Grun.	Amphora ovalis Kütz.
Amphora veneta Kütz.	Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.) Pfitz.
Asterionella formosa Hass.	Asterionella gracillima (Hantzsch) Heib.
Bacillaria paradoxa Gmelin	Caloneis amphisbaena (Bory) Cl.
Caloneis bacillum (Grun.) Mer.	Caloneis silicula (Ehr.) Cl.
Cocconeis pediculus Ehr.	Cocconeis placentula Ehr.
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Sm.	Cymbella cistula (Hemp.) Grun.
Cymbella cuspidata Kütz.	Cymbella cymbiformis (Ag.? Kütz.) V. H.
Cymbella lanceolata (Ehr.) V. H.	Cymbella tumida (Bréb.) V. H.
Cymbella ventricosa Kütz.	Diatoma hiemale (Lyngb.) Heib.
Diatoma vulgare Bory	Epithemia argus Kütz.
Epithemia zebra (Ehr.) Kütz.	Eunotia lunaris (Ehr.) Grun.
Eunotia sibirica Cl.	Fragilaria capucina Desm.
Fragilaria virescens Ralfs	Gomphonema acuminatum Ehr. var. acuminatum
Gomphonema acuminatum Ehr. var. coronatum (Ehr.) W. Sm.	Gomphonema constrictum Ehr. var. capitatum (Ehr.) Cl.
Gomphonema constrictum Ehr. var. constrictum	Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.
Gomphonema ventricosum Greg.	Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. f. amphioxys	Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. f. capitata O. Müll.
Navicula bacillum Ehr.	Navicula cryptocephala Kütz. var. cryptocephala
Navicula cryptocephala Kütz. var. intermedia Grun.	Navicula cryptocephala Kütz. var. lata Poretzky et Anissimova
Navicula cryptocephala Kütz. var. veneta (Kütz.) Grun.	Navicula cuspidata Kütz. var. ambigua (Ehr.) Grun.
Navicula cuspidata Kütz. var. cuspidata	Navicula gracilis Ehr.
Navicula hungarica Grun. var. capitata Cl.	Navicula protracta Grun.
Navicula radiosa Kütz.	Navicula verecunda Hust.
Navicula viridula Kütz.	Neidium dubium (Ehr.) Cl.
Nitzschia acicularis W. Sm.	Nitzschia hungarica Grun.

Nitzschia palea (Kütz.) W. Sm.	Nitzschia paleacea Grun.
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Sm.	Nitzschia tryblionella Hantzsch var. levidensis (W. Sm.) Grun.
Nitzschia tryblionella Hantzsch var. tryblionella	Pinnularia major (Kütz.) Cl.
Pinnularia nobilis Ehr.	Pinnularia sublinearis Grun.
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehr.	Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.
Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müll.	Rhopalodia gibberula (Ehr.) O. Müll.
Stauroneis anceps Ehr.	Stauroneis phoenicenteron Ehr.
Surirella ovata Kütz.	Synedra acus Kütz. var. acus
Synedra acus Kütz. var. angustissima Grun.	Synedra capitata Ehr.
Synedra parasitica (W. Sm.) Hust.	Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. aequalis (Kütz.) Hust.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. amphirhynchus (Ehr.) Grun.	Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. biceps (Kütz.) Schönf.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. oxyrhynchus (Kütz.) V.H.	Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. ulna
<b>Euglenophyta</b>	
Trachelomonas armata (Ehr.) Stein	Euglena tripteris (Duj.) Klebs
T. granulata Swir.	E. viridis Ehr.
T. hispida (Perty) Stein em. Defl.	Lepocinclis ovum (Ehr.) Lemm.
T. intermedia Dang.	Phacus acuminatus Stokes
T. planctonica Swir.	P. caudatus Hübner
T. volvocina Ehr.	P. curvicauda Swir.
Strombomonas acuminata (Schmarda) Defl.	P. longicauda (Ehr.) Duj.
Euglena acus Ehr.	P. orbicularis Hübner
E. deses Ehr.	P. parvulus Klebs
E. oxyuris Schmarda	P. pleuronectes (Ehr.) Duj.
E. pisciformis Klebs	P. pyrum (Ehr.) Stein
E. polymorpha Dang.	Cryptoglana pigra Ehr.
E. proxima Dang.	Colacium vesiculosum Ehr.
E. spirogyra Ehr.	Peranema trichophorum (Ehr.) Stein
<b>Chlorophyta</b>	
Chlamydomonas angulosa Dill	Pteromonas aculeata Lemm.
Ch. monadina Stein	P. torta Korsch.
Ch. reinhardii Dang.	Pandorina charkoviensis Korsch.
Chlorogonium euchlorum Ehr.	P. morum (Müll.) Bory
Carteria klebsii (Dang.) Francé	Eudorina cylindrica Korsch.

<i>C. peterhofiensis</i> I. Kissel.	<i>E. elegans</i> Ehr.
<i>Phacotus coccifer</i> Korsch.	<i>E. illinoisensis</i> Pasch.
<i>Gonium pectorale</i> Müll.	<i>Volvox globator</i> (L.) Ehr.
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<i>Treubaria varia</i> Tiff. et Ahlstr.
<i>A. fusiformis</i> Corda	<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	<i>S. spiralis</i> (Printz) Korsch.
<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Leg.	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> (West) Korsch.	<i>P. duplex</i> Meyen
<i>N. willeana</i> (Printz) Korsch.	<i>P. simplex</i> Meyen
<i>Kirchneriella irregularis</i> (Smith) Korsch.	<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	<i>Hydrodictyon reticulatum</i> (L.) Lagerh.
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.
<i>C. sphaericum</i> Näg.	<i>Siderocystis fusca</i> Korsch.
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G.S. West	<i>Lagerheimia genevensis</i> Chod.
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	<i>Oocystis borgei</i> Snow
<i>S. bicaudatus</i> Deduss.	<i>O. solitaria</i> Wittr.
<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerh.	<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstr. .
<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richt.	<i>Tetrastrum staurogeniaforme</i> (Schröd.) Lemm.
<i>S. protuberans</i> Fritsch	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	<i>Didymocystis planctonica</i> Korsch.
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kütz.	<i>Binuclearia tectorum</i> (Kütz.) Beger
<i>Stigeoclonium tenue</i> (Ag.) Kütz.	<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hind.
<i>Oedogonium</i> sp.	<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link.
<i>Cladophora fracta</i> (Vahl.) Kütz.	<i>Coleochaete irregularis</i> Pringsh.
<i>Closterium acerosum</i> (Schränk) Ehr.	<i>Staurostrum paradoxum</i> Meyen
<i>C. exiguum</i> W. et G.S. West	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>C. leibleinii</i> Kütz.	<i>Zygnema</i> sp.
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr.	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>C. peracerosum</i> Gay	
<i>Chara vulgaris</i> L. em. Wallr.	<i>Nitella mucronata</i> (A. Br.) Miguel
<b>Rhodophyta</b>	
<i>Chantransia chalybea</i> (Roth) Fries	<i>Thorea hispida</i> (Tore) Desvaux

## МИКСОМИЦЕТЫ

Arcyria denudata (L.) Wettst.	Reticularia lycoperdon Bull.
A. incarnata (Pers.) Pers.	Stemonitis fusca Roth
A. obvelata (Oeder) Onsber	S. splendens Rost.
Fuligo septica (L.) Wigg.	Tubifera ferruginosa (Batsch) Gmel.
Lycogala epidendrum Fries	Dictydealthium plumbeum (Schum.) Rost.
Metatrachia vesparium (Batsch) Nann.-Brem	Stemonitopsis typhina (F.H. Wigg.) Nann.-Bremek.
Mucilago crustaceae Wigg.	Trichia varia Pers.
Physarum album (Bull.) Chevall.	Trichia scabra Rostaf.
Ph. cinereum Pers.	Hemitrichia serpula (Scop.) Rostaf.

## Г Р И Б Ы

Условные обозначения: «☺» — съедобные; «†» — ядовитые

ASCOMYCOTA		
ERYSIPHOMYCETES		
	<i>Erysiphe communis</i> (Wallr.) Grev.	Мучнистая роса свеклы, бобовых
	<i>Podosphaera leucotricha</i> Salm.	Мучнистая роса яблони
	<i>Microsphaera alphitoides</i> Griff. et Monbl.	Мучнистая роса дуба
SORDARIOMYCETES		
	<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev.	Ксилярия древесная
	<i>X. polymorpha</i> (Pers.) Grev.	Ксилярия полиморфная
	<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode) Fr.	Нектрия кроваво-красная
	<i>Hypoxylon botrys</i> Nits.	Гипоксилон гроздевой
	<i>H. fuscum</i> (Pers.) Fr.	Гипоксилон бурый
LEOTIOMYCETES		
	<i>Monilia fructigena</i> Pers.	Черная гниль семечковых
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> de Bary	Белая гниль
	<i>Rhytisma acerinum</i> (Pers.) Fr.	Черная пятнистость листьев клена
PEZIZOMYCETES		
	<i>Peziza badia</i> Pers.	Пецица каштаново-коричневая
	<i>P. vesiculosa</i> Bull.	Пецица пузырчатая
	<i>Rhizina undulata</i> Fr.	Ризина волнистая
	<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lambotte	Скутеллиния щитовидная
	<i>Humaria hemisphaerica</i> (F.H. Wigg.) Fuckel	Гумария полушаровидная
BASIDIOMYCOTA		
АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ		
	<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Schr.) Lev.	Гименохете ржаво-красная
	<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	Стереум жестковолосистый
	<i>Thelephora terrestris</i> Ehr.	Телефора наземная
☺	<i>Clavicornia pyxidata</i> (Pers.) Doty	Клавикорона коробчатая
	<i>Coltricia perennis</i> (Er.) Murr.	Сухлянка двулетняя
☺	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	Трутовик серно-желтый
☺	<i>Polyporus squamosus</i> Huds. ex Fr.	Трутовик чешуйчатый
	<i>Piptoporus betulinus</i> Bull ex Fr.	Березовая губка
	<i>Fomes fomentarius</i> (L. ex Fr.) Gill.	Трутовик настоящий
	<i>F. fulvus</i> (Scop.) Gillet.	Трутовик косточковых



	<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä	Трутовик ложный
	<i>Fomitopsis annosa</i> (Fr.) Karst.	Корневая губка
	<i>F. pinicola</i> (Sw. ex Fr.) Karst.	Трутовик окаймленный
	<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	Трутовик войлочно-бурый
	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers. ex Wallr.) Pat.	Трутовик плоский
	<i>G. lucidum</i> (Fr.) Karst.	Трутовик лаковый
	<i>Daedalia quercina</i> L. ex Fr.	Дубовая губка
☺	<i>Fistulina hepatica</i> Schaeff. ex Fr.	Печеночница
	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	Трутовик разноцветный
	<i>Peniophora quercina</i> (Pers.) Cooke	Пениофора дубовая
АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ		
	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	Схизофилл обыкновенный
☺	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Лисичка
☺	<i>Boletus edulis</i> Fr. ex Bull.	Белый гриб
☺	<i>B. badius</i> (Fr.) Fr.	Польский гриб
☺	<i>B. luridus</i> Fr. ex Schaeff.	Синяк
✚	<i>B. satanas</i> Lenz	Сатанинский гриб
☺	<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	Масленок летний
☺	<i>S. luteus</i> (L.) Roussel	Масленок обыкновенный
	<i>S. bovinus</i> (L.) Roussel	Козляк
☺	<i>Xerocomus rubellus</i> (Krombh.) Quél.	Моховик разноцветный
☺	<i>X. chrysenteron</i> (Bull.) Quél	Моховик трещиноватый
☺	<i>X. spadiceus</i> (Fr.) Quél	Моховик каштановый
☺	<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray	Подберезовик
☺	<i>L. aurantiacum</i> (Bull.) Gray	Подосиновик
	<i>Tylopilus felleus</i> (Bull.) P. Karst.	Горчак
✚	<i>Paxillus involutus</i> Fr. ex Batsch.	Свинушка тонкая
✚	<i>P. atrotomentosus</i> Fr. ex Batsch.	Свинушка толстая
☺	<i>Collybia dryophila</i> (Fr. ex Bull.) Quél.	Коллибия
☺	<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Fr.	Опенок луговой
✚	<i>Clitocybe rivulosa</i> (Fr. ex Pers.) Quél.	Говорушка красноватая
☺	<i>Lepista flaccida</i> (Sowerby) Pat.	Говорушка воронковидная
	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire	Лисичка ложная
	<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	Поплавок серый
✚	<i>Amanita muscaria</i> (Fr. ex L.) Quél.	Мухомор красный
✚	<i>A. pantherina</i> (Fr. ex DC) Quél.	Мухомор пантерный
✚✚	<i>A. phalloides</i> (Fr.) Quél.	Бледная поганка
☺	<i>A. rubescens</i> (Fr. ex Pers.) Quél.	Мухомор краснеющий

☺	<i>Macrolepiota procera</i> (Fr.) Sing.	Зонтик большой
☺	<i>Agaricus campestris</i> L.	Шампиньон степной
☺	<i>A. edulis</i> Vitt.	Шампиньон съедобный
☺	<i>A. arvensis</i> (Vitt.) Sacc.	Шампиньон полевой
✚	<i>A. xanthodermus</i> Genev.	Шампиньон рыжеющий
✚	<i>Inocybe rimosa</i> (Bull.) P. Kumm.	Волоконница трещиноватая
✚	<i>I. brunnea</i> Quel.	Волоконница темно-бурая
☺	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Fr. ex Jacq.) Quel.	Вешенка обыкновенная
	<i>Pholiota squarrosa</i> (Mull.) Quel.	Чешуйчатка обыкновенная
☺	<i>Ph. mutabilis</i> (Fr. ex Schaeff.) Quel.	Опенок летний
✚	<i>Hypholoma fasciculare</i> (Fr. ex Huds.) Karst.	Опенок ложный серно-желтый
✚	<i>H. lateritium</i> (Schaeff.) P. Kumm.	Опенок ложный кирпично-красный
	<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange	Навозник рассеянный
	<i>C. micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	Навозник мерцающий
	<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	Плутей олений
☺	<i>Russula mustelina</i> Fr.	Сыроежка коричневая
☺	<i>R. xerampelina</i> Fr. ex Schaeff.	Сыроежка буреющая
☺	<i>R. foetens</i> Fr. ex Pers.	Валуй
☺	<i>R. claroflava</i> (Grove) Cke	Сыроежка светло-желтая
☺	<i>R. lutea</i> Fr. ex Huds.	Сыроежка красно-желтая
✚	<i>R. emetica</i> Fr. ex Schaeff.	Сыроежка рвотная
☺	<i>R. integra</i> Fr. ex L.	Сыроежка замечательная
☺	<i>R. vesca</i> Fr.	Сыроежка съедобная
☺	<i>R. aeruginea</i> Liudb.	Сыроежка зеленая
☺	<i>R. virescens</i> Fr. ex Schaeff.	Толстуха
☺	<i>R. alutacea</i> (Pers.) Fr.	Сыроежка зелено-красная
☺	<i>Lactarius quietus</i> (Fr.) Fr.	Груздь дубовый
☺	<i>L. resimus</i> Fr.	Груздь настоящий
☺	<i>L. trivialis</i> Fr.	Гладыш
☺	<i>L. vellereus</i> Fr.	Скрипица
☺	<i>L. piperatus</i> Fr. ex Scop.	Груздь перечный
☺	<i>L. torminosus</i> (Schaeff.) Fr.	Волнушка
☺	<i>L. volemus</i> Fr.	Подмолочник
☺	<i>L. rufus</i> (Schaeff.) Fr.	Горькушка
☺	<i>L. deliciosus</i> (L.) Gray	Рыжик
ГАСТЕРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ		
☺	<i>Calvacia caelata</i> Morg.	Головач округлый

☺	<i>C. gigantea</i> Fr.	Дождевик гигантский
☺	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Дождевик шиповатый
✚	<i>Scleroderma aurantium</i> Pers.	Л о ж н о д о ж д е в и к обыкновенный
	<i>Geastrum rufescens</i> Pers.	Звездовик
	<i>Phallus impudicus</i> L. ex Fr.	Фаллюс вонючий, веселка
☺	<i>Bovista nigriscens</i> Pers.	Бовиста черноватая
	<i>Cyathus striatus</i> (Willd.) Pers.	Бокальчик

## ЛИШАЙНИКИ

### Эпифиты

**Amandinea** – Амандинея

*A. punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.

**Anapthychia** – Анаптихия

*A. ciliaris* (L.) Körb. ex A. Massal.

**Bacidia** – Бацидия

*B. polychroa* (Th. Fr.) Körb.

**Caloplaca** – Калоплака

*C. flavorubescens* (Huds.) J.R. Laundon

*C. pyracea* (Ach.) Th. Fr.

**Candellariella** – Канделяриелла

*C. vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.

*C. xanthostigma* (Ach.) Lettau

**Chaenotheca** – Хенотека

*Ch. brunneola* (Ach.) Müll. Arg.

*Ch. chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr.

**Evernia**– Эверния

*E. prunastri* (L.) Ach.

**Flavoparmelia** – Флавопармелия

*F. caperata* (L.) Hale

**Hypocenomyce** – Гипоценомице

*H. scalaris* (Ach. ex Lilj.) Choisy

**Hypogymnia** – Гипогимния

*H. physodes* (L.) Nyl.

*H. tubulosa* (Schaer.) Hav.

**Lecania** – Лекания

*L. cyrtella* (Ach.) Th. Fr.

**Lecidella** – Лециделла

*L. elaeochroma* (Ach.) Choisy

*L. incana* (L.) Ach.

**Melanelixia** – Меланеликсия

*M. fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.

*M. subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.

**Melanohalea** – Меланохалея

*M. exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.

*M. exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.

*M. olivacea* (L.) O. Blanco et al.

**Micarea** – Микарея

*M. denigrata* (Fr.) Hedl.

*M. nitschkeana* (J. Lahm ex Rabenh.) Harm.

**Parmelia** – Пармелия

*P. sulcata* Taylor

**Parmelina** – Пармелина

*P. quercina* (Willd.) Hale

*P. tiliacea* (Hoffm.) Hale

**Pertusaria** – Пертузария

*P. albescens* (Huds.) Choisy & Werner

**Phaeophyscia** – Феофисция

*Ph. nigricans* (Flörke) Moberg

*Ph. orbicularis* (Neck.) Moberg

**Phlyctis** – Фликтис

*P. argena* (Spreng.) Flot.

*L. naegelii* (Hepp) Diederich & Van den Boom **Physcia** – Фисция

**Lecanora** – Леканора

*L. allophana* Nyl.

*L. argentata* (Ach.) Malme

*L. carpineae* (L.) Vain.

*L. hagenii* (Ach.) Ach.

*L. populicola* (DC.) Duby

**Lecidea** – Лецидея

*L. hypnorum* Lib.

**Pseudevernia** – Псевдэверния

*P. furfuracea* (L.) Zopf

**Ramalina** – Рамалина

*R. fraxinea* (L.) Ach.

**Rinodina** – Ринодина

*R. pyrina* (Ach.) Arnold

*Ph. adscendens* (Fr.) H. Olivier

*Ph. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.

*Ph. stellaris* (L.) Nyl.

**Physconia** – Фискония

*Ph. distorta* (With.) J.R. Laundon

*Ph. enteroxantha* (Nyl.) Poelt

**Pleurosticta** – Плевростикта

*P. acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch

**Scoliciosporum** – Сколициоспорум

*S. chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vězda

**Usnea** – Уснея

*U. hirta* (L.) F. Weber ex F.H. Wigg.

**Xanthoria** – Ксантория

*X. parietina* (L.) Th. Fr.

*X. polycarpa* (Hoffm.) Rieber

#### Эпигеиды

**Cetraria** – Цетрария

*C. islandica* (L.) Ach.

**Cladina** – Кладина

*C. arbuscula* (Wallr.) Hale & W.L. Culb.

*C. rangiferina* (L.) Nyl.

**Cladonia** – Кладония

*C. cervicornis* (Ach.) Flot.

*C. coniocraea* (Flörke) Vain.

*C. crispata* (Ach.) Flot.

*C. digitata* (L.) Hoffm.

*C. fimbriata* (L.) Fr.

*C. foliacea* (Huds.) Willd.

*C. furcata* (Huds.) Schrad.

*C. gracilis* (L.) Willd.

*Cladonia macilenta* Hoffm.

*C. phyllophora* Hoffm.

*C. pyxidata* (L.) Hoffm.

*C. rangiformis* Hoffm.

*C. rei* Schaer.

*C. subulata* (L.) F. Weber ex F.H. Wigg.

**Collema** – Коллема

*C. tenax* (Sw.) Ach.

**Endocarpon** – Эндокарпон

*E. pusillum* Hedw.

**Peltigera** – Пельтигера

*P. didactyla* (With.) J.R. Laundon

**Placynthiella** – Плацинтиелла

*P. uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James

#### Эпилиты

**Caloplaca** – Калоплака

*C. decipiens* (Ach.) Blomb. & Forssell

**Candellariella** – Канделяриелла

*C. aurella* (Hoffm.) Zahlbr.

**Lecanora** – Леканора

*L. dispersa* (Pers.) Sommerf.

**Staurothele** – Стауротеле

*S. fissa* (Taylor) Zwackh.

**Verrucaria** – Веррукария

*V. muralis* Ach.

*V. nigrescens* Pers.

# **МАКРОФИТЫ**

Прибрежно-водные растения	
<i>Acorus calamus</i> L.	Аир болотный
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Частуха подорожниковая
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	Клубнекамыш морской
<i>Butomus umbellatus</i> L.	Сусак зонтичный
<i>Glyceria maxima</i> (C. Hartm.) Holmb.	Манник большой
<i>Phragmites communis</i> Trin.	Тростник обыкновенный
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	Стрелолист обыкновенный
<i>Scirpus lacustris</i> L.	Камыш озерный
<i>Sparganium erectum</i> L.	Ежеголовник прямой
<i>S. simplex</i> Huds.	Ежеголовник простой
<i>Typha angustifolia</i> L.	Рогоз узколистный
<i>T. latifolia</i> L.	Рогоз широколистный
Растения с плавающими на поверхности воды листьями	
Укореняющиеся	
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Smith	Кубышка желтая
<i>Nymphaea alba</i> L.	Кувшинка белая
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Горец земноводный
<i>Potamogeton natans</i> L.	Рдест плавающий
Неукореняющиеся	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Водокрас лягушачий
<i>Lemna minor</i> L.	Ряска малая
<i>L. trisulca</i> L.	Ряска трехдольчатая
<i>L. gibba</i> L.	Ряска горбатая
<i>Pistia stratiotes</i> L.	
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	Сальвиния плавающая
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	Многокоренник
<i>Wolffia arrhiza</i> L.	Вольфия бескорневая
Растения, погруженные в воду	
Укореняющиеся	
<i>Elodea canadensis</i> Nichx.	Элодея канадская
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	Уруть мутовчатая
<i>M. spicatum</i> L.	Уруть колосистая
<i>Najas marina</i> L.	Резуха морская
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Рдест курчавый
<i>P. lucens</i> L.	Рдест блестящий
<i>P. pectinatus</i> L.	Рдест гребенчатый
<i>P. perfoliatus</i> L.	Рдест пронзеннолистный
<i>Stratiotes aloides</i> L.	Телорез сабуровидный
<i>Vallisneria spiralis</i> L.	Валлиснерия спиральная

Неукореняющиеся	
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Роголистник темно-зеленый
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Пузырчатка обыкновенная



Навчальне видання

Догадіна Тетяна Василівна  
Горбулін Олег Станіславович  
Громакова Алла Борисівна

**Ботаніка:**  
**нижчі рослини**  
**(= *Thallobionta, Atracheophyta, Cryptogamen*)**

Навчально-методичний посібник  
2-е видання, доповнене і перероблене

(Рос. мовою)

Коректор Л. Є. Стешенко  
Комп'ютерне верстання О. С. Горбулін  
Макет обкладинки І. М. Дончик

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 4,5. Тираж 300 пр. Зам. № 19/16

---

Видавець і виготовлювач

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009 р.